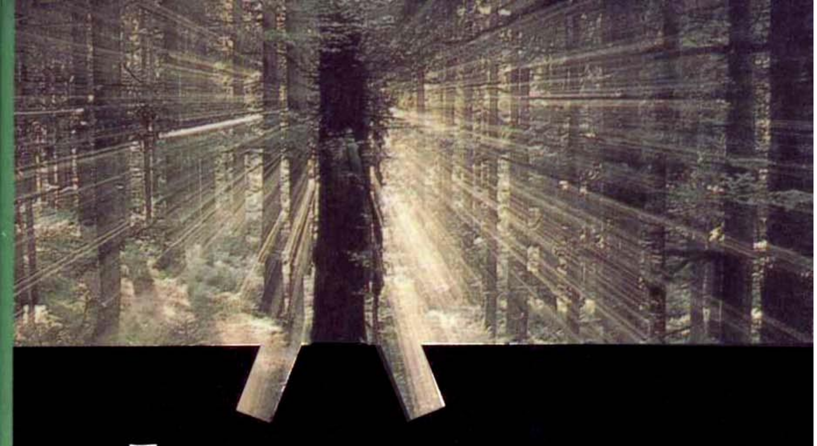


La cuarta dimensión

Hacia una geometría más real

Rudy Rucker

Biblioteca
Científica
Salvat

La cuarta dimensión

Hacia una geometría más real

Rudy Rucker

SALVAT

Versión española de la obra original norteamericana *The 4th Dimension* publicada por Houghton Mifflin de Boston

Diseño de cubierta: Ferran Cartes / Montse Plass

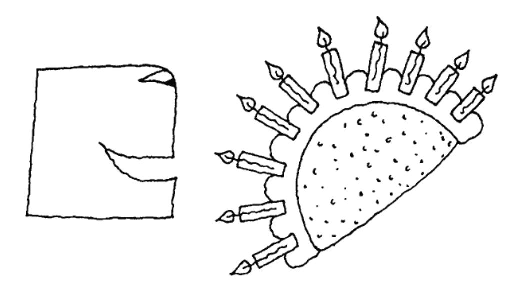
Nota de los editores: al final del libro, entre las páginas 271 y 297, se encuentran unas notas que permitirán al lector comprender mejor y complementar diversos pasajes de esta obra.

En esta edición digital, las notas están ubicadas en las páginas (aproximadas) a las que hacen referencia las notas del libro, pues no se refieren a un párrafo en particular, sino a la página.

Escaneado: thedoctorwho1967.blogspot.com
Edición digital: Sargont (2018)

ISBN: 84-345-8880-3 (Obra completa)
ISBN: 84-345-8911-7 (Volumen 31)
Depósito Legal: B-1554-1994
Publicada por Salvat Editores, S.A.. Barcelona
Impresa por Printer, i.g.s.a.. Febrero 1994
Printed in Spain

Al Cuadrado A, en su centenario



ÍNDICE

PRÓLOGO

Los matemáticos suelen distinguirse por su ostensible ineptitud como escritores. Por supuesto que hay algunas felices excepciones y, por lo menos, un profesor de matemática, Lewis Carroll, escribió relatos fantásticos inmortales. Eric Temple Bell no sólo publicó obras sobre matemáticas de forma muy amena para los profanos, sino que, bajo el pseudónimo de John Taine, escribió numerosas novelas de ciencia ficción. En tiempos más recientes, varios matemáticos profesionales han escrito ciencia ficción con firmes fundamentos matemáticos. Y, en nuestros días, aparece Rudolf von Bitter Rucker —matemático, novelista, autor de comics, entusiasta de la música rock y pensador— con el coraje suficiente para explorar oscuros y desconocidos territorios de lo que a él le gusta llamar el paisaje mental.

Como matemático, lo que más le ha interesado a Rucker, son los conjuntos transfinitos (es doctor en lógica matemática por Rutgers) y los espacios multidimensionales. Después de haber preparado la publicación de una selección de escritos de Charles Hinton sobre la cuarta dimensión, así como de escribir un texto de divulgación sobre el espacio cuatridimensional y la relatividad, el primer éxito importante de Rucker acaeció en 1982 con la publicación de *Infinity and the Mind (El infinito* y *la mente).* Los entusiastas de la ciencia ficción lo conocen ya por sus novelas vehementes, divertidas y sexualmente descaradas, así como por sus relatos en los que los espacios multidimensionales desempeñan papeles protagonistas. En efecto, su novela más conocida, *White Light (Luz blanca),* lleva por subtítulo *What Is Cantors Continuum Problem? (¿Cuál es el problema del continuo de Cantor?).* Precisamente, este subtítulo es el título exacto de un artículo del eminente lógico Kurt Gödel, con quien Rucker tuvo el privilegio de sostener muchas conversaciones estimulantes.

Los interesados en la ciencia ficción, tanto lectores como escritores, leerán con avidez *La cuarta dimensión: hacia una geometría de realidad superior (The Fourth Dimension: Toward a Geometry of Higher Reality);* pero todo aquel que tenga un mínimo interés por la matemática y la fantasía hallará este libro tan interesante como la obra anterior de Rucker sobre el infinito. Tras estudiar el fantástico mundo oculto de *Flatland (Planilandia),* el autor se adentra en espacios de dimensiones superiores, con una fruición y un ardor sobrecogedores. Todo el libro está entreverado de profundos problemas para los que se interesan por la matemática y, por último, en un gran clímax al estilo de Lewis Carroll, Rucker invade las dimensiones infinitas del espacio de Hilbert.

¿Ciencia ficción? En parte sí, y Rucker se detiene con frecuencia para comentar algunos de sus relatos más fantasiosos. Pero sin el instrumento del espacio de infinitas dimensiones, la física moderna sería casi imposible. Los libros antiguos sobre mecánica cuántica explican cómo la medición de partículas y sistemas cuánticos «colapsan la función psi». En los libros más recientes se prefiere el lenguaje de un espacio complejo de Hilbert, enfoque adoptado por John von Neumann en su clásica obra sobre la teoría cuántica. Cuando se mide un sistema cuántico, se dice que se debe «hacer girar el vector posicional», línea abstracta de longitud y orientación definidas de modo preciso, que representa la situación del sistema en un conjunto de sistemas de coordenadas que constituyen un espacio de Hilbert. ¿Son «reales» estos espacios? ¿O sólo son ficciones adecuadas que usan los físicos para simplificar sus cálculos?

Por estas profundas cuestiones ontológicas se preocupa Rucker a lo largo de este libro, en especial en los últimos capítulos. Y es ahí donde me siento incapaz de seguirle en su filosofía de «Todo es Uno». Se diría que Rucker ha heredado una tendencia genética hacia lo Absoluto de su tatarabuelo, el famoso filósofo Hegel. Como William James, yo no sé si la realidad última es Una o Muchas. Tampoco puedo aceptar el punto de vista de Rucker sobre el sincronismo, tomado de Jung y Koestler, ni su aparente creencia de que consultar el *I Ching es* más probable que produzca «coincidencias» significativas que

consultar, pongamos por caso, Homero, la Biblia o los libros de Isaac Asimov.

Pero no importa. Todos tenemos derecho a lo que James llama nuestras «creencias superiores». Tanto si se está de acuerdo como si no con la metafísica de Rucker, tenida de taoísmo, se descubrirá que sus especulaciones orientan la mente hacia cuestiones fundamentales que rehúsan abandonamos, por muchos esfuerzos que hagan los pragmáticos y los positivistas para intentar desterrarlas.

MARTIN GARDNER

PREFACIO

En 1958, la Biblioteca Pública de Louisville tenía sólo una estantería de libros de ciencia ficción. Mi amigo Niles Schoening y yo solíamos leerlos y discutirlos, con el afán de saber acerca de los viajes a través del tiempo, acerca de la cuarta dimensión. Allí empezó todo.

Cuando, en 1963, partí para la universidad, mi padre, Embry Rucker, me dio un ejemplar de *Flatland (Planilandia)* de Edwin Abbott. Mi padre, pastor episcopaliano, ya se había dado cuenta de que la cuarta dimensión puede servir como símbolo para las realidades espirituales superiores.

En los años siguientes, traté de resolver las relaciones entre la cuarta dimensión como *realidad superior* y la cuarta dimensión como *tiempo*. Cuando obtuve mi primer trabajo docente, en SUNY Geneseo, comencé a desarrollar estas conexiones en mis clases de geometría superior. Estas clases fueron publicadas por la Editorial Dover, en 1977, con el título de *Geometry, Relativity and the Fourth Dimension (Geometría, relatividad y la cuarta dimensión).*

A lo largo de los años transcurridos desde entonces, he aprendido mucho más sobre la cuarta dimensión. Al escribir *The Fourth Dimension: Toward a Geometry of Fligher Reality (La cuarta dimensión: hacia una geometría de la realidad superior),* he intentado presentar un relato definidor y divulgatorio de lo que significa la cuarta dimensión, tanto desde el punto de vista físico, como del espiritual. Estoy agradecido a Martin Gardner por haberme dado a conocer varios libros excepcionales sobre la cuarta dimensión; a Thomas Banchoff por su ayuda en las investigaciones más técnicas; a mi editor, Gerard Van der Leun, por su estímulo; y a mi ilustrador, David Povilaitis, por su ingenio y fantasía.

Pero, sobre todo, quiero dar las gracias a mi familia, a mis amigos y a mis alumnos. ¡Qué disfrutéis del libro!

PRIMERA PARTE

LA CUARTA DIMENSIÓN

I. UNA NUEVA DIRECCIÓN

¿Es eso todo? Luchas, soledad, enfermedad, muerte... ¿Eso es todo lo que hay? La vida puede parecer tan caótica, tan triste, tan agobiantemente dura. ¿Quién de entre nosotros no ha soñado con alguna realidad superior, con algún nivel trascendente de sentido y de paz?



Fig. 1. Una respuesta nueva para preguntas antiguas.

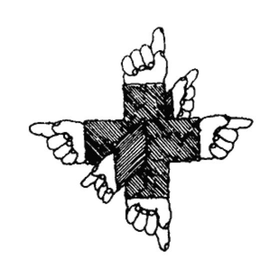


Fig. 2. ¿Dónde está?

De hecho, *existe* una realidad superior así... Y no es tan difícil de alcanzar. Para muchos, la cuarta dimensión ha servido como acceso a ella. Pero, ¿qué es, en definitiva, la cuarta dimensión?

Nadie puede señalar la cuarta dimensión, aunque está a nuestro alrededor. Los filósofos y los místicos meditan sobre ella, los físicos y los matemáticos hacen cálculos con ella. La cuarta dimensión es una parte, una parcela de muchas teorías científicas respetadas, aunque también es de extendido uso a campos tan desacreditados como el espiritismo y la ciencia ficción.

La cuarta dimensión es una dirección distinta de todas las demás direcciones del espacio normal. Algunos dicen que el tiempo es la cuarta dimensión... Y, en cierto sentido, esto es

cierto. Otros dicen que la cuarta dimensión es una dirección hiperespacial, completamente distinta del tiempo... Y esto también es cierto.

En realidad, hay muchas dimensiones superiores. Una de estas dimensiones superiores es el tiempo, otra dimensión superior es la dirección en la cual el espacio se curva, y aún otra dimensión superior puede conducir a universos completamente diferentes, que existen en forma paralela al nuestro.

En su nivel más profundo, nuestro mundo puede considerarse como un modelo de espacio de infinitas dimensiones, un espacio en el que nosotros y nuestras mentes nos movemos como pez en el agua.

Por supuesto, solemos decir que vivimos en un espacio tridimensional. ¿Qué se quiere decir, exactamente, con esto? ¿Por qué tridimensional? Observad las volutas del vuelo de las golondrinas cuando cazan mosquitos al oscurecer. Desde un punto de vista matemático, estas hermosas curvas son de gran complejidad. Pero cualquiera de estas curvas espaciales se puede descomponer en tres tipos de movimientos: este-oeste, norte-sur, arriba-abajo. Combinando los tres tipos de movimiento mutuamente perpendiculares, se puede trazar cualquier tipo de curva en nuestro espacio. Se requieren *no más de tres* direcciones y no bastarán *menos de tres* direcciones: por eso, llamamos a nuestro espacio tridimensional.[1]

Este hecho se ilustra en dos dimensiones con un juguete que se puso de moda hace unos años, el *Grabadibujos*. La cara interna de la pantalla de cristal del *Grabadibujos* está cubierta por una fina capa de polvo plateado. Al hacer girar los dos botones de mando que tiene el juguete debajo de la pantalla, se hace desplazar un punzón que raya la capa de polvo y traza líneas oscuras sobre ésta. El botón izquierdo desplaza el punzón de derecha a izquierda y viceversa, y el botón derecho lo

1 Y cuando nos veamos o nos sintamos en el mundo de cuatro dimensiones, veremos que el mundo de tres dimensiones no existe verdaderamente y nunca ha existido; que era una creación de nuestra propia imaginación, un huésped fantasma, una ilusión óptica, una falsa impresión, lo que uno prefiera, pero no la realidad. (P. D Ouspensky, *Tertium Organum*, 1912.)

mueve de arriba abajo. Si se accionan ambos botones al mismo tiempo, se puede dibujar una curva de dos dimensiones.

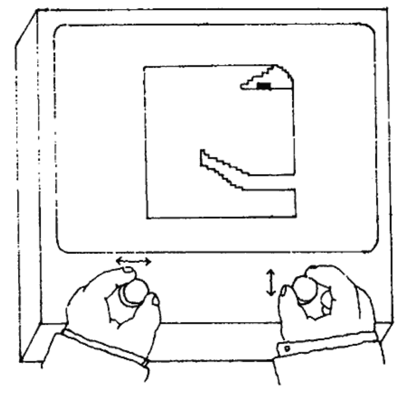


Fig. 3. El Grabadibujos delinea el Cuadrado A.

No es difícil imaginarse un *Grabadibujos* de tres dimensiones que podría, pongamos por caso, mover una bengala encendida en una habitación oscura. Dado que la imagen de una bengala en movimiento se mantiene en la retina durante unos segundos, podríamos tener la experiencia de ver curvas tridimensionales obtenidas al manipular tres botones distintos: uno para los movimientos derecha-izquierda, otro para los de arriba-abajo, y otro para adelante-atrás.

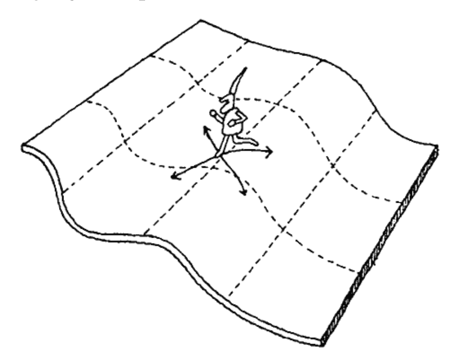


Fig. 4. En una superficie curva hay dos grados de libertad.

Y hablando de bengalas, hay una fotografía preciosa en la cubierta interior del álbum *Black and Blue* de los Rolling Stones. Se trata de una exposición prolongada, en la que se ve

a los cinco Stones moviendo bengalas encendidas. Bill Wyman traza una espiral plana que se va cerrando. Ronnie Wood hace un ocho irregular. Charlie Watts, lenta y pacientemente, dibuja una gran letra O. Keith comienza por arriba y hace bajar su bengala en un lento zigzag. Y Mick... ¡Ah, Mick!... Mick traza la única curva verdaderamente tridimensional del grupo: una compleja sucesión de subidas, bajadas y rizos. Agitar bengalas en la oscuridad es una buena manera de saborear verdaderamente nuestro espacio tridimensional.

Otro modo de expresar todo esto es decir que el movimiento, en nuestro espacio, tiene *tres grados de libertad*. En cualquier momento un ave tiene tres modos esencialmente diferentes de alterar su vuelo: aumentar o disminuir su velocidad, virar a la izquierda o a la derecha, descender o elevarse. Aunque podemos agitar nuestras bengalas con la misma libertad, nosotros no podemos mover nuestros cuerpos del mismo modo. Una persona que vaya de excursión por las montañas se mueve hacia arriba y hacia abajo siguiendo las ondulaciones del terreno... Pero, en lo que a control se refiere, tiene sólo *dos* grados de libertad: hacia delante-hacia atrás; derecha-izquierda. Se puede, por supuesto, dar saltos más o menos grandes, pero debido a la gravedad, sus efectos son más o menos despreciables.[2]

Lo que quiero señalar aquí es que, en lo que se refiere a los grados de libertad, el movimiento sobre la superficie ondulada de la Tierra es, básicamente, bidimensional. La propia superficie es, por supuesto, un objeto curvo tridimensional. Pero, cual-

---

2 Supongamos que las tres dimensiones del espacio se visualicen del modo habitual y sustituyamos la cuarta dimensión por un color. Cualquier objeto físico es susceptible de cambios de color, así como de posición. Un objeto podría ser capaz de pasar, por ejemplo, por todos los matices, desde el rojo, pasando por el violeta, hasta el azul. Una interacción física entre dos cuerpos cualesquiera es posible sólo si están próximos entre sí, tanto en espacio como en color. Los cuerpos de distintos colores se penetrarían unos a otros sin interferencia... Si encerramos cierto número de moscas en un globo de cristal rojo, éstas podrían escaparse a pesar de todo; pueden cambiar su color a azul y son entonces capaces de atravesar el globo rojo. (Hans Reichenbach, *La filosofía del espacio* y *del tiempo*, 1927.)

quier movimiento restringido a esta superficie es, esencialmente, un movimiento bidimensional. Es posible que el perenne sueño humano de poder volar sea un ansia de alcanzar otras dimensiones, de lograr más grados de libertad. Las personas corrientes sólo experimentan movimiento corporal tridimensional cuando nadan debajo del agua.

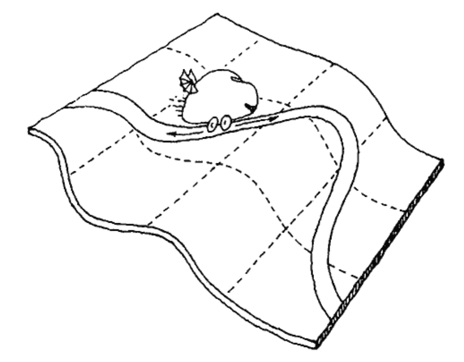


Fig. 5. En una línea curva hay un grado de libertad.

Conducir un coche implica sacrificar otro grado de libertad. Se puede acelerar o frenar (posiblemente, ir marcha atrás incluso), pero eso es todo. La carretera en sí es un espacio curvo de tres dimensiones, pero el movimiento confinado en esta determinada curva es básicamente bidimensional.

Como veremos más adelante, el espacio en que vivimos también es curvo: curvo como la ladera de una colina, serpenteante como una carretera de montaña. Pero, en términos de *grados de libertad*, está claro que nuestro espacio es tridimensional. Otro modo de expresar esto es indicar que es posible dar cualquier posición sobre la superficie de la Tierra usando *tres* números: longitud, latitud y altitud sobre el nivel del mar. Del mismo modo, si usted y yo estamos en la misma ciudad, puedo indicarle cómo encontrarme dándole *tres* pequeñas informaciones: «Camine cuatro manzanas hacia la parte alta de la ciudad, tuerza a la derecha y siga dos manzanas más, entre en el edificio que hay allí y suba en el ascensor hasta la planta veinticinco.»

Ahora bien, si nuestro espacio fuera cuatridimensional, estas instrucciones habitualmente necesitarían un cuarto componente. «Al salir del ascensor, desplácese a través de seis niveles de realidad.» Del mismo modo en que hay muchos pisos sobre un determinado lugar en la cuadrícula bidimensional de las calles de una ciudad, podemos imaginar, de un modo abstracto, que hay varios «niveles de realidad» diferentes, asequibles en cada una de nuestras posiciones espaciales. En cierto sentido, esto es verdad... Aun cuando ambos estemos en la misma habitación, yo puedo preguntar: «¿Dónde tiene usted la cabeza?», en un esfuerzo para establecer un contacto más estrecho.

Continuemos un poco más allá en esta línea de pensamiento. Imagínese que los objetos situados en el espacio pudieran estar a distintos niveles de realidad, y para hacer esto aún más concreto, suponga que cada nivel tiene un color característico —que varía desde el rojo, pasando por el verde, hasta el azul. Acepte también, que los objetos sólo pueden tener interacciones con objetos de su mismo color. Una persona que está en la planta veinticinco no podrá tropezarse con otra situada en la segunda planta; nosotros proponemos que una persona azul puede pasar exactamente a través de una persona verde.

En este ejemplo, *el nivel de realidad o de color* constituye la cuarta dimensión. Las tres dimensiones espaciales más la dimensión color, constituirían una especie de espacio cuatridimensional. Una persona corriente, probablemente existiría en varios niveles a la vez. En este caso, agitar una bengala cuatridimensional implicaría que el color de la luz, o el nivel de realidad, tendría que cambiar de un modo complicado. Ésta sería una manera de empezar a pensar sobre el espacio cuatridimensional.

Otro enfoque, en cierto modo similar, es proponer usar el *tiempo* como una cuarta dimensión. Si, después de todo, verdaderamente quiero encontrarme con usted, no es suficiente decirle cuántas manzanas y cuántas plantas debe desplazarse. Debo decirle *en qué momento* debe llegar. Es posible que yo no acuda a la entrevista hasta dentro de una hora... Y es posible, que, entonces, sólo me quede quince minutos. Para especificar

realmente un acontecimiento, no es suficiente dar su longitud, su latitud y su altitud sobre el nivel del mar. Se debe precisar también, *cuando* ocurre. Del mismo modo que una persona azul puede atravesar a una persona verde, una persona de las 2:00 de la madrugada puede atravesar a una persona de las 6:00 de la tarde. En el caso de la agitación de bengalas, la dimensión tiempo entra en juego cuando uno advierte cuán *rápidamente* la bengala se mueve a lo largo de cada parte de su trayectoria.

Pero, resulta un tanto erróneo representar la cuarta dimensión mediante niveles de realidad, mediante colores o mediante el tiempo. Lo que verdaderamente se necesita aquí es el concepto de una cuarta dimensión *espacial*. Es muy difícil visualizar directamente tal dimensión. De vez en cuando, durante unos quince años, he tratado de hacerlo. Durante todo este tiempo he disfrutado un gran cómputo total de, quizá, quince minutos válidos de una visión directa en el interior del espacio cuatridimensional. Sin embargo, yo noto que comprendo la cuarta dimensión muy bien. ¿Cómo puede ser esto? ¿Cómo se puede hablar, de un modo que resulte fructífero, sobre algo que es casi imposible de visualizar?

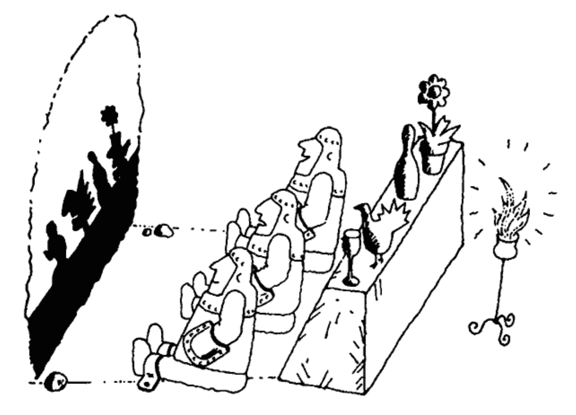


Fig. 6. La cueva de Platón.

La idea clave es razonar por analogía. El espacio cuatridimensional es al espacio tridimensional como el espacio tridimensional es al espacio bidimensional. 4-D :: 3-D :: 3-D :: 2-

D. Precisamente esta analogía es uno de los ardides mentales más antiguos que el hombre conoce. Platón fue el primero que lo enunció en su famosa alegoría de la cueva.

En ella, Platón nos pide que imaginemos una extraña raza de hombres que están encerrados en una cueva subterránea, encadenados de tal modo que sólo pueden ver las sombras que se proyectan sobre la pared de la cueva. Detrás de los hombres hay un talud bajo y detrás de éste, una hoguera. Los objetos se mueven atrás y adelante en la rampa y el fuego proyecta sombras de estos objetos sobre la pared de la cueva. Los prisioneros piensan que estas sombras son la única realidad... Ni siquiera se aperciben de que tienen cuerpos tridimensionales. Hablan entre ellos, pero oyendo los ecos que devuelve el muro, admiten que ellos y sus compañeros son también sombras.

Hay varios rasgos interesantes en esta alegoría de Platón. Es particularmente sorprendente que los prisioneros crean que ellos son realmente sus sombras. Esto resulta interesante porque sugiere la idea de que una persona es *realmente* un alma multidimensional que influye y observa este «mundo de sombras» de objetos tridimensionales.[3]

---

3 *Sócrates:* Y ahora, mostraré con una metáfora hasta qué punto nuestra naturaleza es esclarecida u obtusa: ¡Mirad! Unos seres humanos viven en una cueva subterránea que tiene una abertura dividida hacia la luz, que se extiende por toda la cueva; están aquí desde su infancia y tienen sus cuellos y sus piernas encadenados de modo que no pueden moverse y sólo pueden ver lo que tienen delante de ellos porque las cadenas les impiden girar las cabezas. Por encima y detrás de ellos, arde un fuego a cierta distancia y entre el fuego y los prisioneros hay un camino elevado y veréis, si miráis, una pared baja construida a lo largo del camino como las pantallas que los titiriteros ponen delante de ellos y encima de la cual hacen actuar a sus muñecos.

Glauco: Lo veo.

S.: ¿Y veis hombres que pasan junto a la pared transportando todo tipo de vasijas, y estatuas, y figuras de animales hechas de madera y de piedra y de diversos metales, que aparecen por encima de la pared? Algunos de ellos conversan, otros están silenciosos.

G.: Me has mostrado una imagen extraña y son prisioneros extraños.

S.: Como nosotros; ¿y ellos ven sólo sus propias sombras, o las sombras de los demás que el fuego refleja en la pared opuesta de la cueva?

G.: Es cierto; ¿cómo pueden ver nada que no sean las sombras si no se les ha permitido nunca mover las cabezas?

Para lograr comprender claramente esta idea singular, actualicemos un poco la alegoría de la cueva de Platón. Imagine una pantalla de televisión muy grande que presenta imágenes obtenidas por computador a todo color de gente y objetos que van y vienen. Ahora imagine que algunas personas permanecen inmovilizadas por cadenas desde su nacimiento frente a la televisión gigante. Unos electrodos comunican su sistema nervioso con el computador que genera las imágenes y que para cada persona existe un determinado personaje de la televisión que él o ella pueden controlar. Estos prisioneros confundirían la plana pantalla fosforescente de la televisión con la realidad.

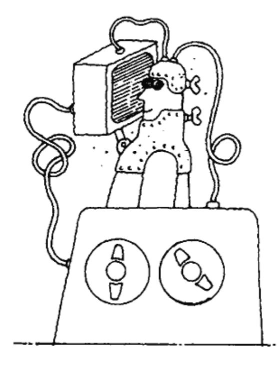


Fig. 7. La cueva II de Platón.

Así pues, una conclusión que podemos sacar de la alegoría de Platón es que no deberíamos estar tan seguros de que nuestra visión cotidiana del mundo es la más correcta y la más amplia

---

S.: ¿Y de los objetos que se transportan sólo ven sus sombras?

G.: Sí.

S.: Y si fueran capaces de conversar entre ellos, ¿no supondrían que se refieren a cosas que están verdaderamente frente a ellos?

G.: Muy cierto.

S.: Y supón, además, que la prisión tiene un eco que viene del otro lado, ¿no estarían seguros hasta el absurdo que cuando uno de los hombres que pasan habla, la voz que ellos escuchan viene de la misma sombra?

G.: No cabe duda.

S.: Para ellos, la verdad sería literalmente nada más que las sombras de las imágenes.

G.: Es cierto. (Platón, *La República*, alrededor de 370 a.C.)

posible. El sentido común puede ser engañoso y puede existir una gran parte de realidad además de la que llega al ojo.

Acertijo 1.1

Mire a través de la ventana e imagine que los objetos que ve son en realidad formas bidimensionales incrustadas en el cristal de la ventana. Este cristal es, así, una especie de mundo bidimensional. ¿Bajo qué condiciones dos formas de coche pueden pasar una a través de otra sin chocar? *Solución*

Un aspecto aún más importante de la alegoría de Platón es que introduce la noción de un mundo bidimensional. En vista de que los prisioneros que están en la cueva creen verdaderamente que son sombras en la pared, se ven a sí mismos como dibujos de dos dimensiones. ¿Cómo sería un ser bidimensional?

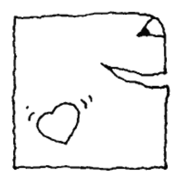


Fig. 8. Cuadrado A.

¿Sería capaz un ser bidimensional de imaginar la tercera dimensión?

En el próximo capítulo hablaremos de un mundo imaginario de dos dimensiones llamado Planilandia y meditaremos sobre las aventuras de Cuadrado A, el ciudadano más famoso de Planilandia. Una trayectoria de Cuadrado A para entender la tercera dimensión, es, como veremos, una guía para nuestros propios intentos de entender la cuarta dimensión.

II. PLANILANDIA

Flatland (Planilandia), que se publicó por vez primera en 1884, es la historia de un cuadrado que viaja a una dimensión superior. Ha transcurrido un siglo desde entonces y todavía se habla de ello. El autor de *Flatland* fue un maestro de escuela Victoriano que se llamaba Edwin Abbott Abbott. Puesto que ocurría la curiosa circunstancia de que sus dos apellidos eran iguales, es posible que se le diera a Abbott el sobrenombre de *Abbott al Cuadrado (Abbot Squared), o A al Cuadrado.* Así, es probable que Abbott se sintiera en gran medida identificado con Cuadrado A, el héroe de *Flatland.* Después de todo, la vida de Abbott estuvo, en cierto modo, tan estrictamente regulada como la vida de un habitante bidimensional de Planilandia.

Edwin Abbott Abbott nació en Londres el 20 de diciembre de 1838; era hijo de Edwin Abbott, director de la Escuela de Filología de Marylebone. Cuando niño fue a la City of London School, prosiguió después sus estudios en Cambridge, se ordenó sacerdote, se casó, y a la edad de veintisiete años regresó a la City of London School como director. Escribió algunos libros sobre gramática y teología, libros que tenían títulos como *How to Parse (Cómo analizar la oración gramatical)* y *Letters on Spiritual Christianity (Cartas sobre la espiritualidad de la cristiandad). Flatland* fue su única incursión en el reino de la fantasía.

El libro se desarrolla en tres niveles. Lo que resulta más obvio es que se trata de una sátira sobre la formal y despiadada sociedad victoriana. Los «anómalos» (lisiados) son eliminados, las mujeres no tienen ningún derecho absoluto, y, cuando Cuadrado A trata de enseñar a sus conciudadanos lo que es la tercera dimensión, es encarcelado. El segundo nivel de significado del libro es científico. Al reflexionar sobre las dificultades que tiene Cuadrado A para comprender la tercera dimensión, adquirimos una mayor capacidad para abordar nuestros propios

problemas ante la cuarta dimensión. Por último, al nivel más profundo, quizá podemos considerar *Flatland* como una manera indirecta que adopta Abbott para hablar sobre algunas intensas experiencias espirituales. El viaje de Cuadrado A a una dimensión superior es una metáfora perfecta para explicar las experiencias de los místicos de una realidad más elevada.



Edwin Abbott Abbott
(1838-1926)

Planilandia es un plano habitado por criaturas que se deslizan por él. Podemos imaginarlas como monedas sobre una mesa. También podemos optar por considerarlas como formas coloreadas en una película de jabón, o manchas de tinta en una hoja de papel.[4]

4 Llamo Planilandia a nuestro mundo, no porque lo llamemos así, sino para dejar claramente explicada su naturaleza para vosotros, mis felices lectores, que tenéis el privilegio de vivir en el espacio.
Imaginad una inmensa hoja de papel en la que Líneas Rectas, Triángulos, Cuadrados, Pentágonos, Hexágonos y otras figuras, en lugar de permanecer fijas en sus sitios, se mueven libremente sobre o en la superficie, pero que carecen del poder de elevarse por encima de ella o sumergirse debajo de ella, semejantes a sombras —y así tendréis una noción bastante acertada de mi país y de sus habitantes. Pero, ¡ay de mí!, hace algunos años yo hubiera dicho «mi universo»

En Planilandia, las clases inferiores son triángulos que tienen sólo dos lados iguales. Las clases superiores son polígonos regulares, o sea, figuras que tienen todos los lados iguales. Cuanto mayor es el número de lados más importante es la posición social. La casta superior está constituida por polígonos de tantos lados que se confunden con círculos perfectos.[5]

Como ya se dijo antes, *Flatland* es algo más que un libro sobre dimensiones. En cierto modo, como Los *viajes de Gulliver,* satiriza las actitudes de la sociedad en la que vive su autor. Es posible que, en nuestra cultura occidental, la mujer no se haya encontrado jamás en una situación tan desventajosa como en el siglo XIX. De acuerdo con ello, las mujeres de Planilandia no son ni siquiera enjutos triángulos: son sólo líneas y, por supuesto, infinitamente menos respetadas que los clericales círculos. No cabe duda de que Abbott era consciente de esa injusticia. Cuando una esfera de «Espacilandia» visita Planilandia, dice: «No me corresponde a mí clasificar las facultades humanas según el mérito. Sin embargo, muchos de los mejores y más inteligentes habitantes de Espacilandia consideran más importante el afecto que la inteligencia; menospreciadas vuestras Líneas Rectas serían más estimadas que vuestros reverenciados Círculos.»

Un problema básico sobre Planilandia es entender cómo estas líneas y estos polígonos pueden ver algo. Si se dispone de una serie de cartones de formas diferentes sobre una mesa y se bajan los ojos hasta el plano de la mesa, sólo se verá en realidad un conjunto de segmentos de recta. ¿Cómo pueden distinguir los habitantes de Planilandia un triángulo de un cuadrado? ¿Cómo desarrollan la idea de un mundo bidimensional a partir de las imágenes unidimensionales de su retina?

---

pero ahora mi mente se ha abierto a una visión más elevada de las cosas. (Edwin A. Abbott, *Holland,* 1884.)

5 Tomo el plano en el que está mi hombre-sombra y lo traslado a la tercera dimensión. De este modo, el hombre-sombra percibe esta tercera dimensión. El hombre mismo puede cambiar y, al final del viaje estar pálido y arrugado, aunque estaba rosado y liso cuando lo inició. (Gustav Theodor Fechner, *Why Space Has Four Dimensions [Por qué el espacio tiene cuatro dimensiones],* 1846.)

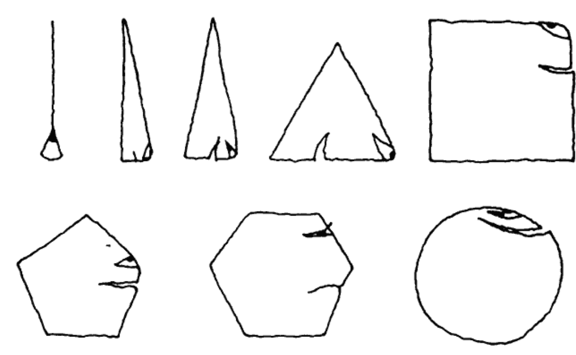


Fig. 9. Ocho habitantes de Planilandia: Mujer, Soldado, Obrero, Comerciante, Profesional, Caballero, Noble y Sumo Sacerdote.

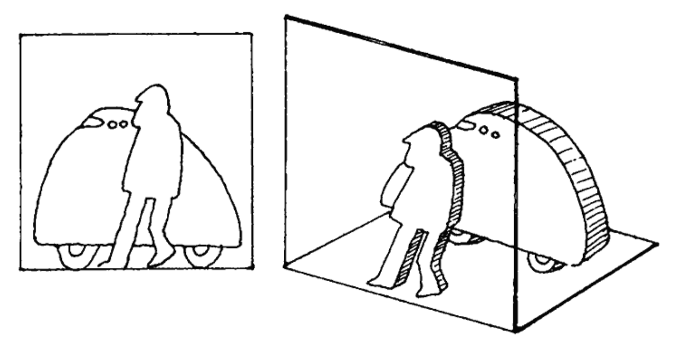


Fig. 10. La profundidad es más sencilla que la desmaterialización.

Abbott relata que el espacio de Planilandia está lleno de una tenue neblina. Debido a esto, los resplandecientes lados de los polígonos se desvanecen en seguida en la oscuridad. Si se contempla el vértice de un triángulo y el de un pentágono, puede distinguirse uno de otro porque los lados del triángulo se desvanecen antes.

Esto puede parecer un poco artificioso pero detengámonos a considerarlo: nuestras imágenes retinianas del mundo son configuraciones bidimensionales, no obstante, podemos distinguir una amplia gama de objetos tridimensionales. Si, por ejemplo, veo una esfera y un disco plano, puedo distinguirlos

por su sombreado. Otra manera importante de advertir la tridimensionalidad de nuestro mundo es por el hecho de que los objetos pueden desplazarse por *detrás* o por *delante* unos de otros. Si, al mirar por la ventana de un restaurante, veo una persona que pasa por delante de mi coche, no supongo que esta persona esté, de algún modo, desmaterializando mi coche, sino que admito que el espacio tiene una tercera dimensión y que en esta dimensión la acera está más próxima que la calzada De la misma manera que podemos construir imágenes mentales de nuestro mundo tridimensional, los habitantes de Planilandia tienen imágenes adecuadas de su mundo bidimensional.[6]

Las aventuras dimensionales de Cuadrado A empiezan cuando tiene un sueño, un sueño sobre Linealandia:

Vi delante de mí una inmensa multitud de pequeñas líneas rectas (que yo, por supuesto, supuse eran mujeres) entremezcladas con otros seres aún más pequeños, que eran como puntos brillantes, y que se movían todos de un lado a otro por una misma Línea Recta, y hasta donde pude apreciar, con la misma velocidad.

A intervalos surgía de ellos un ruido confuso de crujidos o chirridos multitudinarios que continuaba mientras se movían, pero, en algunas ocasiones dejaban de moverse y entonces todo quedaba en silencio.

Me acerqué a una de las mayores de lo que suponía eran mujeres y me dirigí a ella, pero no me contestó. Repetí esta operación una segunda y una tercera vez pero con el mismo resultado negativo. Entonces perdí la paciencia ante lo que me parecía una descortesía intolerable. Acerque mi boca todo lo que pude a la de ella para tratar de impedirle el paso y, en voz bien alta repetí mi pregunta: «Mujer, ¿qué significa esta concurrencia y este extraño y confuso chirrido, y este movimiento monótono de un lado a otro

---

6 Este gran hombre solía decir que, tal como concebimos seres que (como gusanos de libros reducidos en una hoja de papel infinitamente delgada) poseen la noción del espacio de dos dimensiones, podemos imaginar seres capaces de comprender el espacio de cuatro o más dimensiones. (Sartorius von Waltershausen, *Biography of Carl Friedrich Gauss [Biografía de Carl Friedrich Gauss]*, 1860.)

sobre la misma Línea Recta?» «No soy una Mujer», contestó la pequeña Línea: «Soy el Monarca del mundo.»

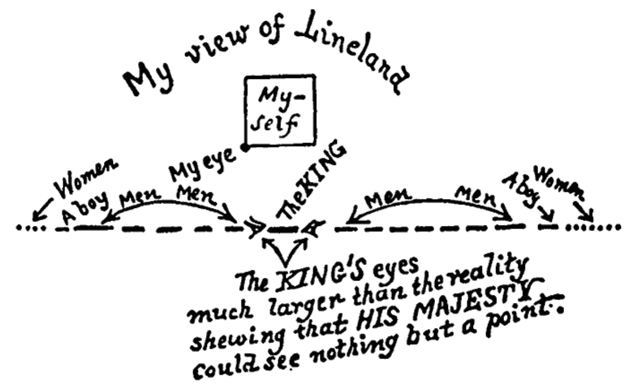


Fig. 11. Dibujo de Linealandia por Abbott

Aunque los habitantes de Linealandia todo lo que pueden ver de los demás es un punto, tienen un buen sentido del oído y pueden calcular a qué distancia se encuentran sus compañeros. Los hombres tienen una voz en cada extremo: de bajo a la izquierda y de tenor a la derecha. Por el tiempo que transcurre entre la percepción de las dos voces es posible saber la longitud de cualquier hombre de Linealandia. ¡Las pobres mujeres, por supuesto, sólo son puntos!

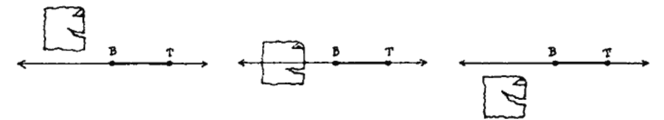


Fig. 12. Cuadrado A se desplaza a través de Linealandia.

Cuadrado A trata de explicarle al rey la segunda dimensión. El rey no lo comprende y le pide que se mueva en el sentido de la misteriosa segunda dimensión. Cuadrado A satisface el pedido del rey y se desplaza a través del espacio de Linealandia. (En la fig. 12 se han indicado los extremos de bajo y de tenor del rey.) Como es natural, el rey sólo percibe este «movimiento» como un segmento que aparece no se sabe de dónde, permanece un momento y luego, de pronto, desaparece. El rey

niega la existencia de la segunda dimensión, Cuadrado A pierde la paciencia y el sueño termina.

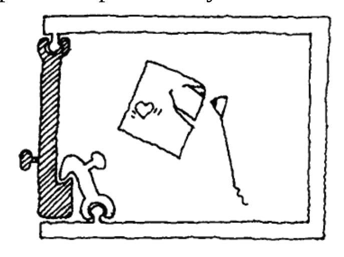


Fig. 13. Cuadrado A y su mujer en una habitación cerrada.

La tarde siguiente, Cuadrado A y su mujer están confortablemente instalados en la seguridad de su hogar cuando, de repente les habla una voz que no se sabe de dónde viene. Y entonces, un instante más tarde, aparece un círculo en el ámbito de su casa cerrada a cal y canto. Es la Esfera A que ha venido a enseñarle a Cuadrado A qué es la tercera dimensión.[7]

---

7 He aterrizado a gatas...
Había una especie de suelo alrededor de una yarda por debajo del plano de Planilandia. Cuando me puse de pie era como si estuviera en un lago brillante y sin fin del que sobresalía mi torso. Mi caída a través del espacio de Planilandia había destrozado una de sus casas. Varios de ellos curioseaban a la altura de mi cintura, preguntándose qué era yo. Para mi sorpresa podía sentir su contacto con toda claridad. Parecían tener un espesor de varios milímetros...
Estaba en medio de una «calle», es decir, en el centro de un sendero lineal con casas planas a cada lado. Las casas tenían la forma de grandes cuadrados y rectángulos, de tres a cinco pies de lado. Los habitantes de Planilandia eran tal como los había descrito Abbott: las mujeres son Líneas cortas con un ojo brillante en un extremo, los soldados son Triángulos isósceles muy agudos y, además hay Cuadrados, Pentágonos y otros Polígonos. Los adultos tienen, como promedio, unas doce pulgadas en sentido transversal.
Los edificios que bordeaban mi calle, ostentaban enseñas en forma de ristras de puntos de colores en los muros exteriores. A mi derecha, estaba la casa de un Hexágono y su mujer, que no tenían hijos. A mi izquierda, la de un Triángulo equilátero, orgulloso padre de tres pequeños Cuadrados. La puerta del Triángulo, un segmento de recta, que giraba sobre un gozne, estaba completamente abierta. Uno de los niños, que había estado jugando en la calle, corrió adentro, asustado por mi presencia. El plano de Planilandia me cortaba a la altura de la cintura y de los brazos, dándome el aspecto de una gran mancha flanqueada por dos manchas más pequeñas —un espectáculo extraño y sobrenatural, no cabe duda. (Rudy Rucker, *Message Found in a Copy of Flatland [Mensaje encontrado en una copia de Flatland]*, 1983.)

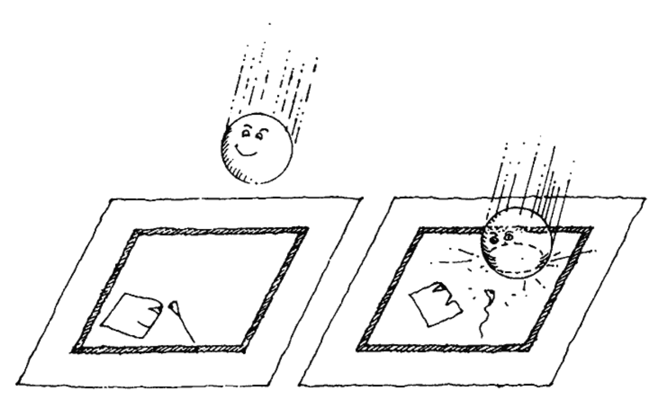


Fig. 14. Un Círculo aparece en la habitación cerrada de Cuadrado A.

Si razonamos por analogía, veremos que una criatura de la cuarta dimensión puede llegar hasta nuestras habitaciones, por bien cerradas que éstas estén. Una criatura cuatridimensional podría vaciar una caja fuerte sin romperla, puesto que la caja fuerte no tiene paredes contra la cuarta dimensión. Un cirujano cuatridimensional podría llegar hasta vuestras vísceras sin cortar la piel. Una criatura cuatridimensional puede beberse vuestro Chivas Regal sin ni siquiera abrir la botella.



Fig. 15. Ladrón de licores de la dimensión contigua.

Si fuera posible convertir parte del brazo en cuatridimensional, se podría ir a Tiffany's y coger el diamante más grande que hubiera en exhibición. Esto no se debería a algo así como transformar vuestro brazo en un gas o en un rayo de luz. El robo se realizaría porque vuestro brazo se podría mover en la cuarta dimensión. El diamante pasaría a través del cristal al elevarlo a la cuarta dimensión.

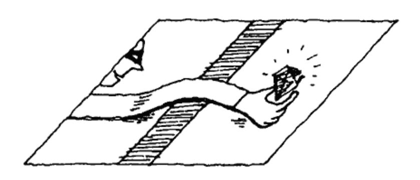


Fig. 16. El delito perfecto.

Volviendo a Cuadrado A, ahí está, encerrado en su casa, hablando con lo que parece ser un círculo, otra criatura bidimensional. La Esfera pone objeciones a esa caracterización plana de su naturaleza:

«No soy una Figura plana, sino un Sólido. Me llamas Círculo, pero, en realidad, no soy un Círculo sino un infinito número de Círculos, colocados uno encima de otro y cuyo tamaño varía desde un Punto hasta un Círculo de treinta centímetros de diámetro. Cuando un plano me atraviesa, como el tuyo lo hace ahora, formo sobre el plano una sección que tú, con toda razón, llamas un Círculo. Porque incluso una Esfera —que es mi nombre verdadero en mi país— si se manifiesta ante un habitante de Planilandia, se manifiesta como un Círculo.

«¿No recuerdas —pero yo, que puedo verlo todo, descifré anoche la visión fantasmal de Linealandia grabada en tu cerebro— no recuerdas, decía, que cuando entraste en el reino de Linealandia, te viste obligado a manifestarte ante el Rey, no como un Cuadrado, sino como una Línea, porque ese Reino Lineal no tiene suficientes dimensiones para representar toda tu totalidad sino sólo una rebanada, o una sección, tuya? Exactamente del mismo modo, tu mundo de Dos Dimensiones no tiene espacio suficiente para representarme a mí, un ser de Tres Dimensiones, y sólo puedes ver una rebanada, o una sección, mía, que es lo que tú llamas Círculo.»

La Esfera procede a demostrar la tercera dimensión moviéndose a través del plano de Cuadrado A del mismo modo en que Cuadrado A se había desplazado a través de Linealandia para hacerle una demostración al rey. Lo que ve Cuadrado A es un punto que se transforma en un círculo, el círculo crece hasta su tamaño máximo y luego se encoge hasta convertirse otra vez en un punto que desaparece. La mayor dificultad es

considerar que todos estos diferentes círculos existen unidos y forman una esfera.

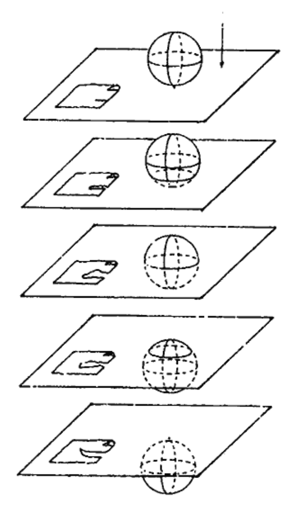


Fig. 17. Esfera A atraviesa Planilandia.

Hagamos una pausa por un momento y tratemos de imaginar el espacio cuatridimensional. Está aquí mismo, junto a nosotros, pero en una dirección que no se puede señalar. No importa lo escondidos que estemos, una criatura cuatridimensional puede vemos perfectamente bien, por dentro y por fuera.

¿Qué verían si, justo en este instante, una hiperesfera cuatridimensional pasara por el espacio junto a vuestra cabeza? Razonando estrictamente por analogía, verían en primer lugar un punto, después una pequeña esfera, después una esfera mayor, después una esfera menor y por último un punto que desaparece. Visualmente, sería casi lo mismo que ver un globo que primero se hincha y después se deshincha. La próxima vez que tengan un globo en la mano pueden hincharlo con lentitud y después dejar escapar el aire. Esto, básicamente es lo que verían si una hiperesfera atravesara el espacio de su habitación. Una esfera es una pila de círculos que forman un cuerpo tridimensional; una hiperesfera es una pila de esferas que forman una esfera cuatridimensional.

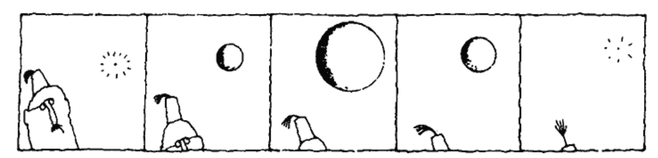


Fig. 18. Una hiperesfera se desplaza por nuestro espacio.

Pero resulta muy difícil darse cuenta de cómo se apilan las cosas en una nueva dimensión. Cuadrado A, lejos de creer que había visto la sección transversal de una esfera, gritó, «Monstruo, malabarista, hechicero, sueño o demonio, ya no soporto más tus burlas», y golpeó con su ángulo recto más duro la sección de la Esfera A.

En ese punto surge una pregunta interesante. Si Cuadrado A hubiera cortado en realidad a la Esfera A, ¿hubiera tenido importancia para la esfera? ¿Sería posible que los habitantes de Planilandia mantuvieran cautivo a un ser tridimensional? Para concretar bien esta pregunta, imagine que, de algún modo, ha encontrado usted la verdadera Planilandia. Meta la mano en ella y un enfurecido triángulo isósceles le atraviesa la muñeca. ¿Qué sucede entonces?

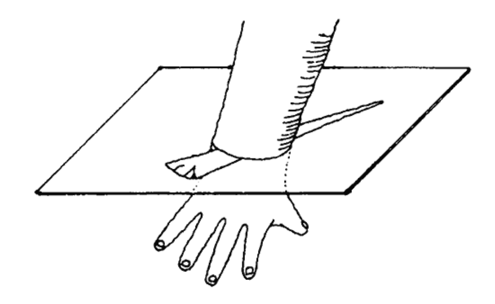


Fig. 19. Atravesado por un policía.

Para contestar esta pregunta hemos de decidir con exactitud cómo es Planilandia. Si los habitantes de Planilandia son verdaderamente bidimensionales, sin ningún grosor, serían entonces tan inmateriales como sombras o manchas de luz. En este caso, si un triángulo isósceles atraviesa su muñeca no le hará ningún daño, ni limitará tampoco su libertad de movimiento.

En realidad, es incluso dudoso que este insustancial habitante de Planilandia pueda siquiera aguijonear su piel.

Un problema que surge con la idea de unos seres verdaderamente bidimensionales es la dificultad de entender cómo pueden tener alguna solidez o realidad. Si fueran sólo regiones sombreadas en el plano, nada les impediría desplazarse libremente unos a través de otros. Un modo de solucionar esta dificultad sería que los «átomos» de una Planilandia bidimensional fueran como pequeñas arrugas o protuberancias en el plano del espacio de Planilandia. De este modo, Cuadrado A sería una especie de meseta en la hoja elástica del espacio de Planilandia.

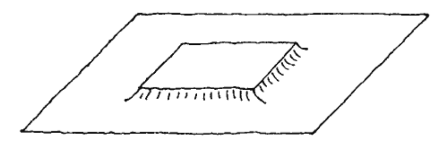


Fig. 20. Cuadrado A como una protuberancia en el espacio.

Podemos considerar que el espacio es infinitamente delgado, pero es más fácil imaginar que la propia «hoja elástica del espacio de Planilandia» tiene cierto espesor.

Bueno, ¿y qué sucede si los habitantes de Planilandia *tienen* un ligero espesor? Abbott mismo opta por esta alternativa en el prefacio de la segunda edición de *Flatland,* donde relata cómo Cuadrado A llega a pensar que, en tanto que Planilandia existe en realidad dentro de un espacio superior, debe suceder también que los seres de Planilandia tengan alguna altura, del mismo modo que tienen ancho y largo. Y, dado que todos tienen la misma altura, no hay modo de que lo adviertan. Cuadrado A relata una conversación, que no tiene intención de ser graciosa, en la que discute esto con el mandatario de Planilandia:

Traté de demostrarle que tenía «altura», lo mismo que tenía largo y ancho, aunque él no se diera cuenta de ello. Pero, ¿cuál fue su respuesta? «Dices que tengo "altura"; pues bien, mídeme la "altura" y te creeré.» ¿Qué podía hacer yo ante esto? ¿Cómo responder a este desafío?

Aun cuando todos los seres de Planilandia tuvieran una pulgada de altura, no podrían darse cuenta de esta altura, ya que no tienen capacidad de movimiento o variación en la tercera dimensión. Por supuesto, si hubiera algunos de distintas alturas, *algún* tipo de diferencia se haría evidente, aun cuando la descripción que ellos hicieran de esa diferencia fuera alguna cualidad vaga y no-geométrica como el carisma, la fuerza de la personalidad o el «aura».[8]

Ahora bien, si estos seres tuvieran un espesor verdaderamente tridimensional, si alguno de ellos le atravesara a usted sería como si le hubiera cortado un cuchillo. Y si la criatura

---

8 Hace varios años, cuando residía y viajaba por el norte de Inglaterra, hablé y di conferencias repetidas veces sobre la cuarta dimensión. Un día, después de acostarme, yacía en el lecho completamente despierto mientras consideraba ciertos problemas relacionados con este tema. Traté de visualizar o desarrollar la forma de un cubo cuatridimensional. Con gran sorpresa vi delante de mí primero un globo cuatridimensional y después un cubo cuatridimensional y sólo entonces supe, por esta lección-objeto, que el globo es la forma más simple de un cuerpo y no el cubo, como una analogía con la tercera dimensión me había sugerido aptes.

Lo más notable fue que mi decidido intento por ver una cosa me hizo ver la otra. Vi ambas formas como si estuvieran delante de mí en el aire (si bien la habitación estaba oscura), y detrás de las formas percibí claramente una hendidura en las cortinas por la que se filtraba una luz tenue en la habitación...

Renuncio a mi intento de describir la forma del cubo cuatridimensional. La descripción matemática sería posible pero, al mismo tiempo, desintegraría en su totalidad la impresión real. El globo cuatridimensional es más fácil de describir. Era un globo común tridimensional, del que salían, a cada lado, y comenzando en su circunferencia vertical, unos cuernos afilados que se curvaban y formaban un arco circular y se unían por encima del globo del que salían. El efecto puede describirse mejor si circunscribimos el número 8 en un círculo. De este modo se forman tres círculos, el inferior representa el globo inicial, el superior el espacio vacío y el mayor circunscribe el conjunto. Si ahora se imagina que el círculo superior no existe y que el inferior (pequeño) es idéntico al exterior (grande), la impresión se habrá conseguido, al menos, hasta cierto punto...

De un modo semejante he tenido visiones excepcionales de figuras penta y hexadimensionales... La visión pentadimensional puede describirse mejor diciendo que se parece a un mapa del relieve de los Alpes, con la singularidad de que todos los picos de las montañas y todo el paisaje representado en el mapa eran *una* sola montaña, o en otras palabras, como si todas las montañas tuvieran la misma base. (Johan von Manen, *Some Occult Experiences [Algunas experiencias sobrenaturales)*, 1913.)

fuese lo bastante grande, tendría la suficiente cantidad de masa para hacer difícil escapar de ella.

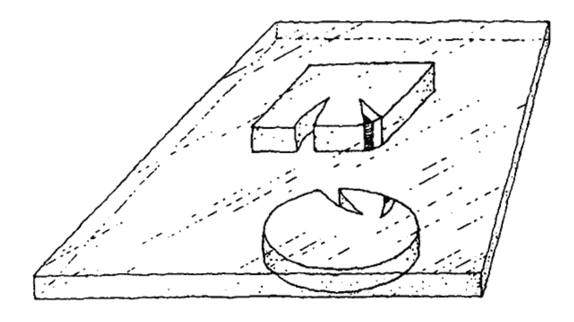


Fig. 21. Cuadrado A discute la altura con el jefe.

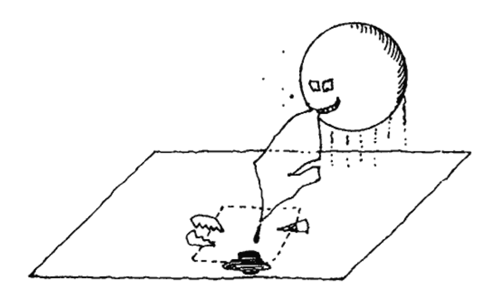


Fig. 22. ¿Qué hubiera sucedido si la Esfera sólo hubiera cogido la piel de Cuadrado A?

En Planilandia, resultó que la Esfera se enfadó con las tentativas de atravesarla del Cuadrado y por último, agarró al Cuadrado y lo levantó en el espacio. Cuadrado A encontró esta experiencia inquietante:

Me invadió un horror indescriptible. Primero todo se oscureció, luego una sensación de ver que no era como ver y que me hizo sentir enfermo y mareado; vi una Línea que no era una Línea; un Espacio que no era Espacio: me vi a mí mismo que no era yo. Cuando recobré la voz, grité fuerte, sintiéndome agonizar, «Esto es la locura o el Infierno». «Ni una cosa ni la otra —contestó con calma la voz de la Esfera—, es el Conocimiento; es la Tercera

Dimensión: abre los ojos otra vez y trata de mirar tranquilamente.»[9]

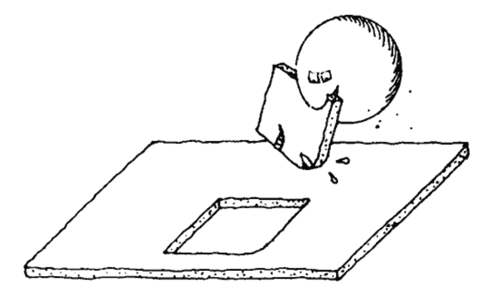


Fig. 23. Cuadrado A es realmente una parte con espesor de un plano con espesor.

En este punto, de nuevo, se plantea un interesante problema incidental. ¿No sería perjudicial para Cuadrado A que lo sacaran fuera de su espacio? Es mejor que supongamos que el Cuadrado tiene delgadas membranas que cierran sus caras superior

9 Entre todos los países del mundo, Chile es el más notable por su gran longitud y suma estrechez. Está en la costa oeste de América del Sur y se extiende como una cinta, de norte a sur, entre la cordillera de los Andes y el océano Pacífico, a lo largo de unos 4.320 km. En algunos lugares tiene menos de 64 km de ancho.

Supongamos, sólo a modo de ejemplo, que la gente de este país, por alguna razón, no pudiera atravesar sus límites y no pudiera comunicarse con el mundo exterior. Supongamos también, que el ancho de este a oeste del país disminuyera gradualmente hasta hacerse tan pequeño que fuera prácticamente insignificante. De este modo, el mundo chileno se transformaría en una tajada vertical muy delgada, de norte a sur, que sería bidimensional para todos los propósitos prácticos.

Acorde con esto, los habitantes de la Delgadilandia chilena se transformarían en seres delgados como hojas de papel, capaces de moverse de norte a sur y en sentido vertical, pero incapaces de dar un paso lateral ni de girar la cabeza hacia un lado...

Los dos ojos de un delgadilandio chileno adoptarían posiciones en el borde frontal del rostro como, por ejemplo, uno encima de otro en la frente o, para tener una base triangular mayor en las visiones a distancia, uno en la frente y el otro en la punta de la barbilla. Para mirar hacia atrás, es decir, detrás de uno, puesto que no podrían girar el cuerpo o la cabeza hacia un lado, ya que tal tipo de movimiento implicaría el uso de la tercera dimensión, tendrían que desarrollar un cuello muy largo de modo que la cabeza pudiera inclinarse hacia atrás en una posición invertida. (Fletcher Durrell, *Mathematical Adventures [Aventuras matemáticas]*, 1938.)

e inferior contra la tercera dimensión, porque de otro modo, cuando la Esfera tira de un extremo de él podría quedarse sólo con la piel. Y mejor que creer que Cuadrado A está *sobre* su espacio, considerémoslo como *en* un plano que tiene un ligero espesor.

Otro mundo bidimensional bastante conocido es Astria. Charles H. Hinton lo describe en su libro publicado en 1907 «An Episode of Flatland: Or How a Plane Folk Discovered the Third Dimension» (Un episodio de Planilandia: o cómo un individuo plano descubrió la tercera dimensión). Éste es el pasaje en que Hinton explica su idea de ese mundo:

«Un día, que coloqué algunas monedas sobre la mesa y me entretuve empujándolas una contra otras, se me ocurrió que podría representarse así un sistema planetario de cierto tipo. Ésta más grande del centro representa el Sol y las demás los planetas, que se mueven a su alrededor. Y, en este caso, si se considera que los planetas son mundos habitados, limitados a un movimiento alrededor del Sol, o sea, a deslizarse sobre la mesa, me di cuenta de que debíamos considerar que los seres que los habitaban se mantenían en los bordes de ellos y no andaban por la superficie plana. Y del mismo modo que en el caso de la Tierra, la atracción actúa hacia el centro y el centro es inaccesible, así los habitantes del mundo de mis monedas sufrirían una atracción que se produciría hacia fuera en todas las direcciones en la superficie de la mesa y desde el centro de las monedas y, para ellos, "arriba" sería hacia fuera y más allá del borde, y "abajo" hacia el centro desde el borde. Y caracterizados así, es adecuado decir que se mantienen en el borde.» (La mayor parte de los ensayos de Hinton pueden encontrarse en *The Selected Writings of C. H. Hinton [Escritos selectos de C. H. Hinton],* una antología de 1980, de Dover.)

Una desventaja evidente en un mundo de este tipo es que los polígonos tienen muchas dificultades para moverse y poder adelantar a otro, para construir casas, y así sucesivamente. Muchas de estas dificultades están resueltas en un libro de A. K. Dewdney de 1984, *The Planiverse (El Planiverso).* Como otro

libro de Dewdney, *The Fourth Dimension (La cuarta dimensión)*, se trata en cierto modo de una celebración del centenario de *Flatland*.



Las entrañas del Cuadrado A lo destrozan.

Acertijo 2.1

Se diría que los habitantes de Planilandia no pueden tener un sistema digestivo completo en forma de tubo a lo largo de su cuerpo, porque, de existir este tubo, los cortaría en dos partes. ¿Hay alguna manera de resolver este problema? Solución

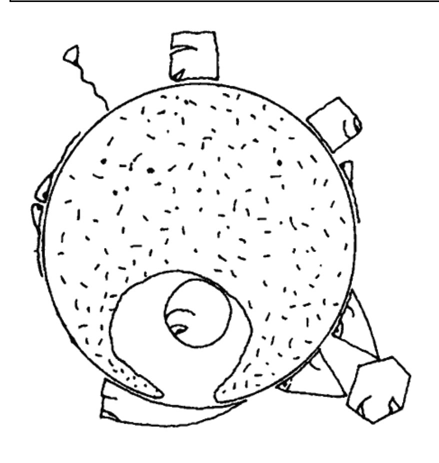


Fig. 24. Astrianos en un pequeño planeta.

Un último libro sobre el universo plano digno de mención es el del matemático holandés Dionys Burger, de 1965, que se titula *Sphereland (Esferilandia)*. Burger describe un mundo que tiene algo de componenda entre Planilandia, con su gran libertad de movimiento, y Astria, con su gran parecido con la Tierra. La idea de Burger es que, como en Astria, las criaturas de 2-D viven cerca de la superficie de un planeta en forma de

disco. Pero propone que sean muy livianos y, por tanto, capaces de vivir en la atmósfera de su planeta. Es como si la gente pudiera vivir en nubes que flotan sobre una vegetación tropical que, a su vez, flota en un mar que rodea el centro denso del planeta.

Acertijo 2.2

La Planilandia de Abbott no es una analogía muy exacta de nuestro mundo. Porque, si bien nuestro espacio es 3-D, no podemos movemos libremente en el espacio tridimensional. En lugar de ello, debemos caminar por la superficie de una esfera. ¿Cuál sería la situación análoga en un mundo 2-D? Solución

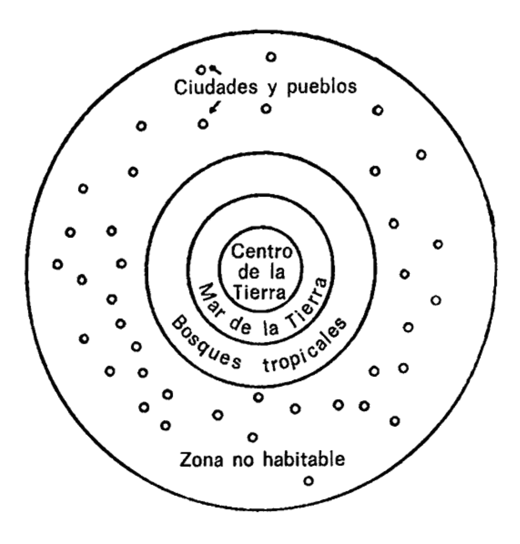


Fig. 25. Ciudades en el cielo. (Dibujo de *Sphereland* de Dionys Burger.)

III. IMÁGENES DEL MUNDO PERDIDO

Imagine que ha sido usted elevado al hiperespacio. ¿Qué aspecto tendría nuestro mundo desde ese lugar privilegiado? Para empezar, cabe señalar que nuestro espacio 3-D cortaría al hiperespacio 4-D en dos partes, del mismo modo que un punto 0-D corta una línea 1-D en dos partes, una línea 1-D corta un plano 2-D en dos y un plano 2-D corta un espacio 3-D en dos partes. (A propósito, hablamos de un punto como cerodimensional, 0-D, porque alguien cuyo espacio está limitado a un punto no tiene *ningún* grado de libertad en sus movimientos.)

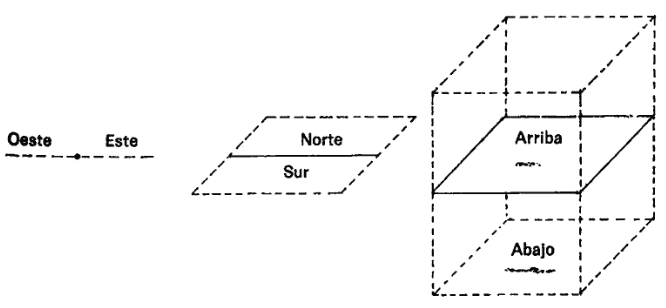


Fig. 26. Un espacio *n*-dimensional corta un espacio (*n* + 1)-dimensional por la mitad.

¿Cómo podríamos denominar las dos partes del hiperespacio determinadas por nuestro espacio? Charles H. Hinton ha propuesto las palabras *ana* y *kata* para que se usen, más o menos, como las palabras *arriba* y *abajo.* Sólo al objeto de tener una referencia, podríamos considerar que el cielo es *ana* y está por encima de nuestro espacio, y el infierno es *kata*, por debajo.



Fig. 27. Un hombre que cae a través de Planilandia.

Un ángel 4-D expulsado del cielo, se desplomaría a través de nuestro espacio, como un hombre que cayera a través de Planilandia: ¡un emocionante momento de incomprensibles y grotescas secciones transversales que se dividen, se unen y desaparecen![10]

10 Elijamos un plano cualquiera —por ejemplo, el que separa la superficie del lago Ladoga, que nos rodea—, de la atmósfera que está por encima de él, en esta apacible tarde de otoño. Supongamos que este plano es, en sí mismo, un mundo de dos dimensiones, habitado por sus propios seres, que sólo pueden moverse en este plano...
Supongamos, también, que has escapado del bastión de Schlusselburg y vas a bañarte en el lago.
Por ser una criatura tridimensional, también tienes dos dimensiones, que están en la superficie del agua. Como tal, ocuparás un lugar definido en el mundo de los seres de las sombras. Todas las partes de tu cuerpo que se hallan por encima o por debajo del nivel del agua, serán imperceptibles para ellos y sólo advertirán el contorno de tu cuerpo, que está perfilado por la superficie del lago. Tu contorno será para ellos un objeto de su mundo, sólo que sorprendente y milagroso. El primer milagro, desde su punto de vista, sería tu súbita aparición en medio de ellos. Se puede afirmar, con toda seguridad, que el efecto que crearías sería semejante a la inesperada aparición entre nosotros de un fantasma proveniente de un mundo desconocido. El segundo milagro, sería la forma sorprendente en que cambiaría tu forma exterior. Cuando estás sumergido hasta la cintura, tu forma será casi elíptica para ellos, porque sólo percibirán la línea, impenetrable para ellos, de la superficie que bordea tu cintura. Cuando comiences a nadar, tendrás a sus ojos, el perfil de un hombre. Cuando vadees un sitio

Del mismo modo en que las secciones transversales de un hombre en Planilandia pueden ser una serie de formas irregulares limitadas por la piel, una sección transversal de un hiperser en nuestro espacio, podría ser un conjunto de pequeños bultos de carne en movimiento cubiertos de piel. ¡Algunos glóbulos podrían tener cosas como dientes o garras! El hecho de ser «levantado» por un hiperser implicaría, probablemente, que un conjunto de bultos, como las secciones transversales de los dedos de una mano, se apoderaran de uno.

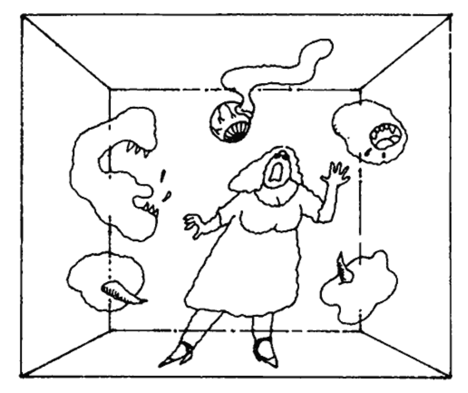


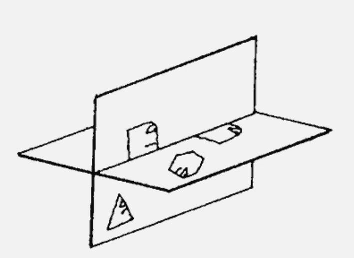
Fig. 28. Una mujer amenazada por una criatura de la cuarta dimensión.

Una vez en el hiperespacio, se pueden tener extrañas perspectivas de lo que se ha dejado atrás. Consideremos qué aspecto tiene Planilandia para nosotros: podemos ver los cuatro lados de Cuadrado A, y podemos ver todos los detalles de sus entrañas. Por la misma razón, una criatura 4-D podría mirarme

---

poco profundo, de modo que la superficie en que ellos viven te rodee las piernas, aparecerás transformado en dos seres de forma circular. Si, deseosos de retenerte, te rodearan en todos sentidos, podrías dar un paso y pasar por encima de ellos, de un modo que les resultaría inconcebible. A sus ojos, serías un ser todopoderoso, un habitante de un mundo superior, similar a esos seres sobrenaturales acerca de los cuales nos hablan los teólogos y los metafísicos. (N. A. Morosoff, *Carta a mis compañeros de prisión en la fortaleza de Schlusselburg*, 1891.)

y, de una sola mirada, ver cada uno de los centímetros cuadrados de mi piel, la parte interior y exterior de mi estómago, las circunvoluciones de mi cerebro y así sucesivamente.



Mundos perpendiculares.

Acertijo 3.1

En cuatro dimensiones es posible tener dos espacios 3-D «perpendiculares» entre sí. Estos dos espacios tendrían sólo un plano en común. Supongamos que hay un espacio 3-D perpendicular al nuestro, un espacio en el que hay gente que se mueve. Utilice una analogía con Planilandia para imaginar qué aspecto tendría esa gente para nosotros. Solución

Pero, puede preguntarse, ¿cómo podría una persona 4-D «ver» todos los lados de un objeto 3-D al mismo tiempo? La retina de un ser humano es un disco bidimensional de terminaciones nerviosas. Por analogía, podemos suponer que la retina de una criatura 4-D es una esfera tridimensional de terminaciones nerviosas. Mi visión de Cuadrado A se produce por la excitación de unas estructuras en forma de cuadrado de las terminaciones nerviosas de mi retina. La «visión» que una criatura 4-D tiene de mí consistiría en la excitación de una estructura en forma de persona de las terminaciones nerviosas de la pequeña bola de su retina. Cada punto del cuerpo de Cuadrado A envía un rayo de luz a un punto determinado de mi retina. Cada punto de mi cuerpo envía un rayo de luz *ana* a un determinado punto de la retina de la criatura 4-D.[11]

11 Me sentí elevado en el espacio. Era como había dicho la Esfera. Cuanto más nos alejábamos del objeto que contemplábamos, más amplio se hacía el campo de visión. Mi ciudad natal, con el interior de todas las casas y todas las criaturas

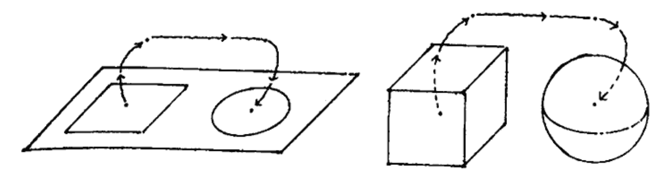


Fig. 30. Los puntos interiores se conectan sin cortar los límites.

Una característica curiosa del espacio 4-D es que se pueden conectar dos puntos en el interior de dos objetos sólidos 3-D sin perforar la superficie de estos objetos. El truco consiste en utilizar los movimientos *ana/kata* para entrar y salir de los objetos sólidos 3-D. Si estamos dentro de una habitación cúbica y nos movemos de ella en la dirección *ana*, es como si, de pronto, nos hubiéramos desmaterializado. No es que se atraviesen los muros, o el suelo, o el techo, sino que uno se mueve en la dirección *ana* a una parte del espacio 4-D en que la habitación no existe en absoluto.

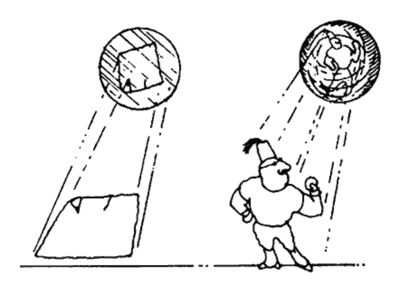


Fig. 29. Una retina 2-D con una imagen de Cuadrado A y una retina 3-D con la imagen de una persona.

Por tanto, la razón por la cual una criatura 4-D puede verme de todos lados, por dentro y por fuera, es que la «retina» de esta criatura es capaz de formar un modelo completo y detallado de mi cuerpo. Pero esto no es, en realidad, un fenómeno tan asombroso o sobrenatural. El cerebro humano es capaz de imitar este

que había, estaban allí, en miniatura, expuestas a mi vista. Nos elevamos aún más y los secretos de la tierra, las profundidades de las minas y las cavernas más recónditas de las montañas, quedaron al descubierto ante mí. (Edwin A. Abbott. *Flatland [Planilandia*], 1884.)

comportamiento... ¿No tiene acaso una imagen mental detallada 3-D de su mano derecha? Cuando piensa en su mano derecha no piensa necesariamente sólo en la palma o en el dorso. Es posible tener la idea de un objeto 3-D sin verlo desde una dirección determinada —o desde todas direcciones al mismo tiempo.

Podemos formamos imágenes 3-D muy perfectas de objetos transparentes, como pisapapeles, botellas de vino o vasos de agua. En este caso, al contrario de lo que ocurre con la mano, no hay dificultad en imaginar las partes interiores. Retener imágenes 3-D en el cerebro es algo que vale la pena hacer. Trate, por ejemplo, de pensar en su casa —toda la casa, sin verla desde ningún punto especial. En este caso, tendrá una experiencia próxima a una dimensión superior.

Por lo tanto, una perspectiva 4-D de nuestro mundo 3-D no es completamente inconcebible. Pero, ¿cómo será contemplar un objeto 4-D? En el capítulo 2, vimos, con la hiperesfera, que es posible obtener imágenes de varias secciones transversales 3-D de este hiperobjeto, pero, ¿cómo debemos combinar estas secciones para formar un conjunto 4-D?

Acertijo 3.2

Si suponemos que el ojo de Cuadrado A permanece inalterado cuando es transportado al espacio 3-D, Cuadrado A no podrá ver objetos 2-D como los vemos nosotros. ¿Qué verá? ¿Cómo podría construir una imagen mental de toda la Planilandia 2-D? Solución

Algunas personas pueden decir, al principio, que es imposible tratar de pensar en objetos cuatridimensionales. Porque, ¿cómo podría nuestro cerebro 3-D captar imágenes de objetos 4-D? Este argumento tiene algún peso, pero no es concluyente. Los dibujantes utilizan combinaciones de líneas 2-D para representar objetos 3-D. ¿Por qué no podríamos construir combinaciones 3-D que representen objetos 4-D? Incluso es posible que nuestras mentes no sean sólo estructuras 3-D; quizá nuestros cerebros tengan un pequeño hiperespesor 4-D; o quizá

nuestras mentes se expandan más allá de nuestro cerebro hasta el hiperespacio.

Ocuparé el resto de este capítulo en discutir dos de las formas 4-D más simples; la hiperesfera y el hipercubo. Comenzaremos con la hiperesfera, aunque si se odia la matemática quizá se querrá pasar a la parte en que hablo del hipercubo.

Una esfera de cualquier dimensionalidad se especifica dando su centro y su radio. En cualquier espacio, la esfera con un centro en el punto *0* y un radio r es el conjunto de puntos P cuya distancia desde *0* es r. En el espacio 2-D esta definición nos define un círculo de radio r, en un espacio 3-D define una esfera tradicional y en el espacio 4-D nos define una hiperesfera.

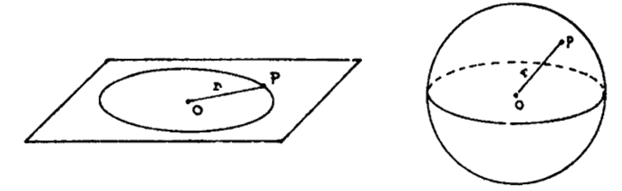


Fig. 31. El círculo es una esfera 2-D.

Elija un punto *0* del espacio que esté próximo a usted y trate de imaginar una hiperesfera centrada en este punto, una hiperesfera con un radio de cinco pies (1,60 m). ¿Cuáles son los puntos P que están en la hiperesfera? Ante todo, están los puntos de su espacio situados a cinco pies de *0*. Pero movernos dentro de nuestro espacio no es la única manera de alejamos del punto *0*. ¿Qué sucederá si se combina el hecho de alejarnos del punto 0, como antes, con un movimiento *ana* fuera de nuestro espacio? Podemos, por ejemplo, alejamos cuatro pies (1,28 m) del punto *0* en nuestro espacio, girar en ángulo recto y luego movernos tres pies (0,96 m) *ana* en el hiperespacio. (Los que recuerden el teorema de Pitágoras, o la «fórmula de la distancia» de la geometría analítica, podrán comprobar que esto es cierto, porque $4^2 + 3^2 = 5^2$.)[12]

12 Mi visión comenzó a ampliarse. A continuación distinguí con claridad los muros de la casa. Al principio, parecían muy oscuros y opacos, pero pronto se

En ese punto, es interesante señalar que, no importa en qué dirección de nuestro espacio tenga lugar el desplazamiento de los cuatro pies iniciales desde 0, el movimiento *ana* adicional de tres pies, da como resultado un punto situado exactamente a cinco pies desde *0*. O sea que, si tomamos todos los puntos de nuestra esfera de cuatro pies alrededor del punto *0 p* luego la trasladamos tres pies *ana*, obtendremos una esfera cuyos puntos pertenecerán a la hiperesfera con centro en *0*.

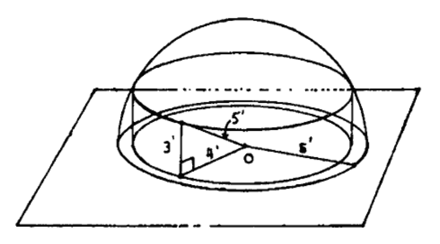


Fig. 32. 2-D más «arriba» es como 3-D más «ana».

Ahora podemos ver por qué la hiperesfera total consiste en una serie de esferas, esferas que se hacen más pequeñas a medida que nos movemos *ana o kata* desde el espacio en que está el centro de la esfera. Consideradas en conjunto, esta familia de esferas forma una «hipersuperficie» tridimensional, análoga a la superficie bidimensional de una esfera. La hipersuperficie de una hiperesfera es una curva 3-D localizada en el espacio 4-D.

hicieron brillantes y después, *transparentes:* y en seguida pude ver los muros de la vivienda contigua. Éstos también se iluminaron de inmediato y desaparecieron, fundiéndose como nubes delante de mi visión que avanzaba. Entonces, pude ver los objetos, los muebles y las personas que estaban en la casa de al lado con tanta facilidad como las que estaban en la habitación en que me hallaba... ¡Pero mi percepción continuó fluyendo! La ancha superficie de la tierra, en muchas millas, en todo lo que iba barriendo mi visión —que describía casi un semicírculo— se hizo tan transparente como el agua más pura; y vi los cerebros, las vísceras y toda la anatomía de los animales que estaban en ese momento o durmiendo o merodeando en los bosques del Hemisferio Oriental, a cientos e incluso a miles de millas de la habitación en la que me encontraba haciendo estas observaciones. (Andrew Jackson Davis, *The Magic Staff [La varita mágica]*, 1876.)

Éste es un concepto importante porque muchos científicos creen que el espacio de nuestro Universo es, en realidad, la hipersuperficie de una hiperesfera muy grande. Tratemos de entender esto un poco mejor.

Ante todo, ¿no será la hipersuperficie de una hiperesfera cuatridimensional, y no tridimensional? En realidad, no. Consideremos la superficie de una esfera 3-D cualquiera, como el planeta Tierra. Aunque la superficie está en realidad curvada en tres dimensiones, alguien limitado a la superficie sólo tiene *dos* grados de libertad de movimiento: este-oeste o norte-sur. Un habitante de Planilandia que se deslice sobre la superficie 3-D de una esfera sigue teniendo la sensación de estar en un espacio 2-D. Sólo sucede que este espacio, de alguna manera, se curva sobre sí mismo.

Acertijo 3.3

A ver si puede usted completar esta tabla:

	Límites o vértices	Lados o aristas	Caras	Sólidos
Punto	1	0	0	0
Segmento	2	1	0	0
Cuadrado	4	4	1	0
Cubo				
Hipercubo				
Hiperhipercubo				

Solución

Consideremos ahora una pequeña hipermosca que puede moverse en el hiperespacio, pero que debe mantenerse, exactamente, a cinco pies del punto 0. Si la mosca se aleja cinco pies del punto *0* en nuestro espacio, tiene, básicamente, tres clases de movimiento ante ella: este-oeste o norte-sur (alrededor de una esfera de cinco pies con centro en *0* de nuestro espacio), o un movimiento *ana-kata* (combinado con un movimiento hacia 0 para mantener la distancia de cinco pies).

Volveremos a la hiperesfera más adelante, pero ahora es tiempo de mirar el *hipercubo.*

El hipercubo, también conocido como *tesseract* es, probablemente, la estructura geométrica 4-D mejor conocida. Surge del siguiente modo:

Comience con un punto y desplácelo una unidad hacia la derecha. Esto da como resultado un segmento de línea unidimensional. Ahora desplace el segmento de línea una unidad hacia abajo de la página, lo que producirá un cuadrado bidimensional. Si desplazamos el cuadrado una unidad fuera de la página obtendremos un cubo tridimensional.

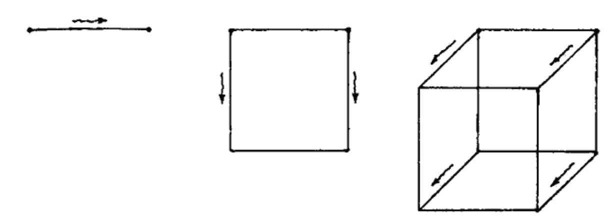


Fig. 33. Desde el punto hasta el cubo.

Ahora bien, en realidad no podemos encajar un objeto tridimensional dentro de los límites bidimensionales de esta página. La convención habitual, que hemos utilizado arriba, es representar la tercera dimensión como una dirección diagonal a las otras dos. ¿Qué sucedería si usáramos la *otra* dirección diagonal como la cuarta dimensión? Si desplazamos nuestra imagen del cubo una unidad en esta «cuarta dimensión», obtenemos una imagen de un hipercubo cuatridimensional.[13]

---

13 La máquina no era nada extraordinario. Supongo que las cosas grandiosas son simples. Había tres barras de aluminio que formaban ángulos rectos entre sí; cada una tenía un cilindro y un émbolo y, desde allí salían palancas acodadas que se unían en un punto donde había una especie de «junta universal» coronada por una gruesa estera de goma. Eso era todo...

De modo que Banza se puso en la estera de goma y Bookstrom le dio las instrucciones.

«Mueve este conmutador, un tope por vez. Eso te elevará siempre un grado. Mira alrededor cada vez, hasta que lo consigas.»

Con el primer clic, Banza desapareció, como se esfuma la gente de repente en las películas. Cladgett gimió y se retorció y luego se quedó quieto. Con otro

La figura es bastante divertida de observar... Tiene cierta cualidad de mandala. Si le interesa dibujarlo, observe que puede lograrse construyendo un cuadrado en cada uno de los lados de un octágono regular por su parte interior. Para obtener un octágono regular se puede arrancar una señal de STOP de tránsito, pero es preferible dibujarlo mediante la división de un círculo en ocho partes iguales.

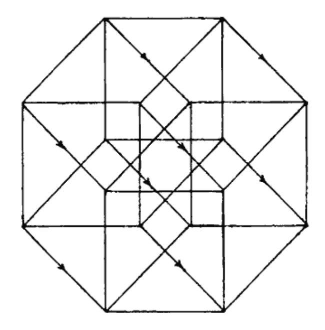


Fig. 34. El hipercubo.

El hipercubo aparece como el «rastro» de un cubo que se mueve en un espacio cuatridimensional. Un cubo aparece como el «rastro» de un cuadrado que se mueve en un espacio tridimensional. Cualquier cubo puede generarse de tres modos diferentes, según cuál de tres pares posibles de cuadrados opuestos se considere que es la posición «inicial» o la «final». El hipercubo comprende cuatro pares de cubos. ¿Puede usted verlos todos?

---

clic, Banza reapareció, y en su mano tenía unas gafas antiguas, del tipo quevedos, húmedas y cubiertas por una película grisácea. Se las alcanzó a Cladgett que las cogió y murmuró algo.

«¿Te imaginas —susurró Banza—, estar de pie en el centro de una esfera y ver a tu alrededor todos los órganos abdominales al mismo tiempo? Algo así, parecía, pero tampoco exactamente. Por encima de mi cabeza había los espirales del intestino delgado. A la derecha, estaba el intestino ciego, con las gafas junto a él, a mi izquierda, el sigmoide y los músculos ligados al ilion, y debajo de mis pies, el peritoneo de la pared abdominal anterior. Pero, por alguna razón estaba terriblemente mareado; no lo pude soportar mucho tiempo, aunque me habría gustado permanecer dentro de él un rato más...» (Miles J. Breuer, *The Appendix and the Spectacles [El apéndice* y *las gafas]*, 1928.)

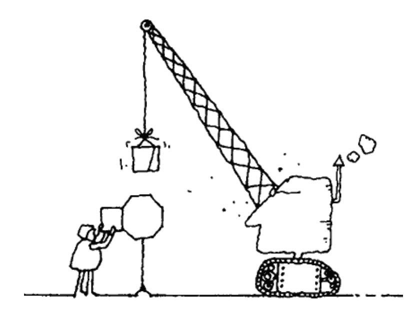
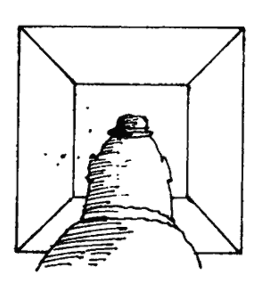


Fig. 35. Cuadrados en un octágono.

Una manera diferente de dibujar un hipercubo se basa en la idea de que si se mantiene junto a la cara un esqueleto de alambre de un cubo, parecerá un cuadrado pequeño dentro de otro grande. De un modo análogo, podemos representar un hipercubo dibujando un cubo pequeño dentro de otro grande. La idea es que el cubo pequeño está «más lejos» en la dirección de la cuarta dimensión. De manera sorprendente, una forma de hipercubo así se puede producir si sumergimos una armazón cúbica dentro de una solución de jabón y agregamos después una burbuja en el centro.



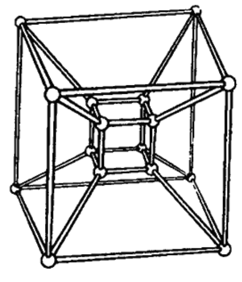


Fig. 36. Un cubo es un cuadrado en un cuadrado y un hipercubo es un cubo en un cubo. (Dibujo del hipercubo en *Geometry and the Imagination [Geometría e imaginación]* de D. Hilbert y H. Cohn-Vossen.)

Otro modo de representar un hipercubo es *desdoblando* uno. Como antes, razonamos por analogía. Si se corta alguna de las aristas de un cubo de papel, se podrá extender el cubo,

que se transformará en una forma bidimensional de seis cuadrados unidos. Esto puede llevarse a cabo esencialmente de once maneras diferentes.[14]

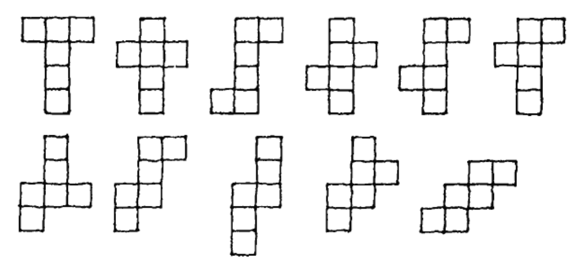


Fig. 37. Las once maneras de desplegar un cubo.

Si un hipercubo se corta del modo conveniente, puede desdoblarse y «extenderse» en una estructura conexa tridimensional de ocho cubos. Un desdoblamiento del hipercubo forma una especie de cruz tridimensional. Salvador Dalí utilizó este

14 «Bien. Ahora, escúchame; un tesseract tiene ocho lados cúbicos, *todos en la parte exterior*. Ahora, mírame. Voy a abrir este tesseract como tú abres una caja cúbica de cartón, hasta que está plana. De este modo podrás ver los ocho cubos.» Trabajando con rapidez, construyó cuatro cubos y los apiló uno encima de otro, formando una torre inestable. Construyó entonces cuatro cubos más y los colocó sobre las cuatro caras expuestas del segundo cubo de la pila. La estructura osciló un poco al unirlos con las pellas de arcilla, pero se sostuvo: ocho cubos que formaban una cruz invertida, una cruz doble, ya que los cuatro cubos adicionales sobresalían en cuatro direcciones. «¿Lo ves ahora? Está apoyado en la habitación de la planta baja, los seis cubos siguientes son las salas de estar y arriba de todo está tu estudio.»
Bailey lo contempló con más aprobación que a las otras figuras. «Al menos, puedo comprenderlo. ¿Dices que es un tesseract, también?»
«Es un tesseract desdoblado en tres dimensiones. Para reintegrarlo a su estado original debes plegar el cubo superior sobre el cubo inferior, doblar los cubos laterales hasta que se encuentren con el cubo superior, y ya está. Por supuesto, debes hacer todos estos doblados a través de la cuarta dimensión, de este modo, ni deformarás ni doblarás uno encima de otro, ninguno de los cubos.»
Bailey estudió con más atención la tambaleante estructura. «Mira», dijo finalmente, «¿por qué no te olvidas de todo esto de doblar esta cosa a través de la cuarta dimensión —de todos modos, no podrás— y construyes una casa como ésta?». (Robert A. Heinlein, *And He Built a Crooked House [Y construyó una casa engañosa]*, 1940.)

hipercubo desdoblado como un crucifijo en su pintura *Christus Hypercubus* de 1954. En su clásico cuento «And He Built a Crooked House» («Y construyó una casa engañosa»), Robert Heinlein describe una casa construida de acuerdo con este diseño. La peculiaridad del cuento de Heinlein estriba en que se produce un terremoto y la casa se pliega y se convierte en un hipercubo.

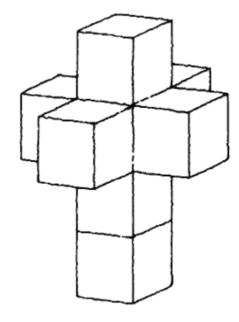


Fig. 38. Una manera de desplegar un hipercubo.

Como un último enfoque del hipercubo imaginemos un hipercubo hueco de piedra, parecido a la celda de piedra de una prisión. ¿Qué veríamos si esta prisión hipercúbica se moviera a través de nuestro espacio?

Acertijo 3.4

La figura 38 muestra un hipercubo desplegado. Trate de imaginar qué lados deben ser pegados si se desea que se convierta otra vez en un hipercubo cuatridimensional. O sea, ¿qué caras deben pegarse a las caras del cubo inferior? Solución

Bueno, ¿qué vería Cuadrado A si un cubo hueco de piedra se moviera a través del plano de Planilandia? Al principio todo el suelo sólido de piedra intersecaría su espacio, después habría cuadrados huecos de piedra constituidos por las secciones transversales de las paredes y, por último, habría la sección sólida de piedra de techo. Por lo tanto, vería un cuadrado sólido,

seguido por cuadrados huecos, seguidos a su vez por un cuadrado sólido. De la misma manera, si una celda de una prisión de Planilandia —un cuadrado hueco de piedra— se moviera a través de Linealandia, los linealandios verían un segmento sólido, después unos segmentos huecos y, finalmente, otro segmento sólido.

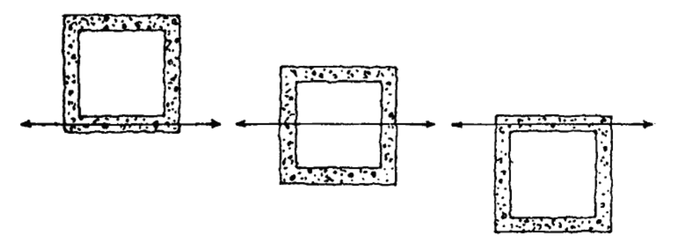


Fig. 39. Una celda de una prisión 2-D pasa a través de Linealandia.

Acertijo 3.5

El volumen de un cubo de S cm de lado viene dado por la fórmula S^3. ¿Cuál cree usted que será la fórmula del hipervolumen de un hipercubo de S cm de lado? O sea, ¿cuál sería el hipervolumen de un hipercubo de 2 por 2 por 2 por 2? *Solución*

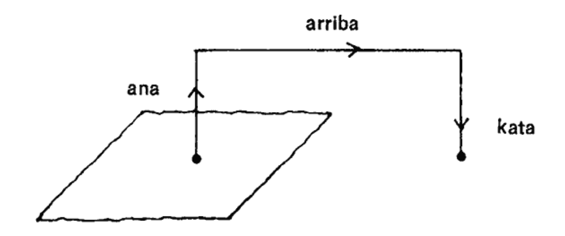


Fig. 40. Escapando de una habitación cerrada.

Si razonamos por analogía, no es difícil imaginar que si un hipercubo hueco de piedra atravesara nuestro espacio, veríamos en primer lugar un cubo sólido de piedra, luego una serie de cubos huecos de piedra y, finalmente, un último cubo sólido

de piedra. Los ocho «cubos límite» sólidos del hipercubo aparecerían como dos cubos sólidos que se verían al principio y al final y como seis «rastros» de los suelos, muros y techos de los cubos huecos.

El hipercubo hueco de piedra podría servir como celda de una prisión en la que un hiperser, digamos un ángel, podría ser encarcelado. Considere que la habitación en la que usted se encuentra tuviera muros, suelo y techo sólidos de piedra. Ni siquiera un ángel puede pasar a través de esa sólida piedra. Normalmente, sin embargo, un ángel puede escapar de la habitación desplazándose *ana*, sobre, y *kata.* Pero, si la habitación de usted es sólo una sección transversal de un hipercubo de piedra, cuando el ángel se desplace *ana*, no se encontrará en un espacio vacío, sino que continuará dentro de una habitación con muros de piedra. Si el ángel sigue su desplazamiento *ana*, irá a parar dentro de uno de los cubos límite: una habitación sólida de piedra y le será imposible moverse más allá.

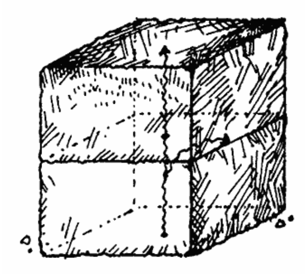


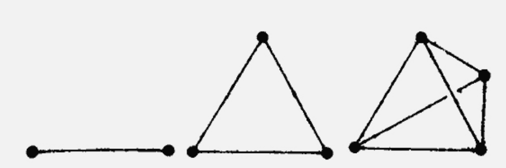
Fig. 41. Sin escapatoria.

Hasta aquí hemos discutido una serie de fenómenos cuatridimensionales pero muchos lectores pensarán que aún falta algo. No se desea sólo *razonar* sobre la cuarta dimensión, se desea también *verla* de algún modo. La mayor parte de lo que hemos aprendido hasta ahora sobre la cuarta dimensión, ha sido mediante la utilización de analogías con Linealandia y Planilandia. Y si bien las analogías son muy instructivas, no es inusual experimentar las sensaciones que describe P. D. Ouspensky en *Tertium Organum.*

«Hablando en general, el método de las analogías es martirizante. Con ellas, se recorre un círculo vicioso. Ayuda a aclarar ciertas cosas,

y las relaciones de ciertas cosas, pero en lo esencial nunca proporciona una respuesta directa de nada. Después de muchos y largos intentos para analizar las dimensiones superiores con la ayuda del método de las analogías, sientes la inutilidad de todos tus esfuerzos, sientes que caminas a lo largo de un muro. Por tanto, comienzas a experimentar simplemente odio y aversión por las analogías y te convences que es necesario buscar por un camino directo que te conduzca adonde necesitas ir.»

En el próximo capítulo, examinaremos un camino directo, aunque algo peligroso, hacia la cuarta dimensión.



De un segmento a un tetraedro.

Acertijo 3.6

Los dos puntos situados uno en cada extremo de un segmento de línea tienen la propiedad de estar a la misma distancia uno de otro. Si nos movemos en un espacio 2-D, podemos encontrar un tercer punto tal que esté a la misma distancia de los dos anteriores. Los tres puntos, por supuesto, son los vértices de un triángulo equilátero. En el espacio 3-D podemos alejarnos del plano del triángulo y encontrar un cuarto punto tal que esté a la misma distancia de los tres anteriores. Estos cuatro puntos forman los ángulos de una pirámide triangular, conocida también como tetraedro. ¿Qué figura 4-D se obtiene si se continúa este procedimiento y damos un paso más? *Solución*

IV. A TRAVÉS DEL ESPEJO

La cuarta dimensión es esencialmente una idea moderna, no muy anterior a mediados del siglo XIX. Aunque siempre ha existido la abstracta noción de un mundo superior, el concepto científico de una cuarta dimensión geométrica tardó en desarrollarse.

El primer filósofo que abordó con seriedad la idea de unos espacios de dimensiones superiores fue el gran Immanuel Kant (1724-1804). En uno de sus primeros ensayos escribió con vehemencia sobre estos espacios: «Una ciencia de todas estas posibles clases de espacio sería, sin duda, la empresa más elevada que el raciocinio finito podría emprender en el campo de la geometría... Si es posible que existan regiones con otras dimensiones, es muy probable que Dios las haya creado en alguna parte.»

Más adelante, Kant propuso un famoso acertijo que está relacionado con la idea de la cuarta dimensión: Si todo el espacio estuviera vacío, con excepción de una sola mano humana, ¿tendría sentido decir que la mano es, específicamente, una mano *derecha?* Por supuesto, la respuesta es no. El concepto de «izquierda» y «derecha» carece de significado en un espacio vacío.

Para comenzar a entender por qué, vamos a imaginar un gran cartel de plexiglás que fuese el anuncio de una quiromántica, la famosa adivina Mom Oxo. El contorno y las líneas de la mano están dibujados sobre el plexiglás transparente. Ahora bien, si se mira el cartel desde un lado se verá una palma derecha, pero, si se mira desde el otro lado, se verá una palma izquierda. Una vez nos damos cuenta de que es posible mirar desde afuera el plano bidimensional del anuncio, vemos que no tendría sentido decir que la mano es la derecha.

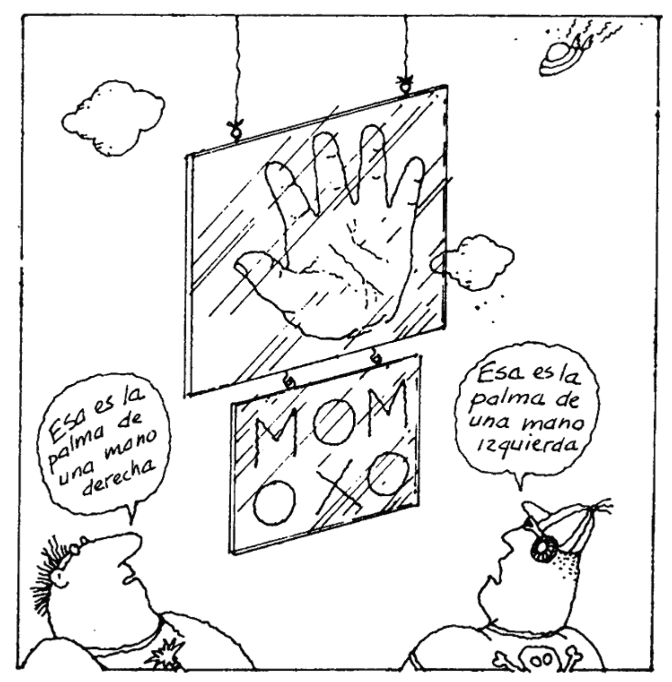


Fig. 42. La mano de Kant para la quiromántica Mom Oxo.

Lo mismo es válido para el espacio tridimensional. Según de qué «lado» cuatridimensional se mire, una mano puede parecer la izquierda o la derecha. Otra manera de exponer esto, es decir, que una mano izquierda puede transformarse en una mano derecha si la elevamos al espacio cuatridimensional y «le damos la vuelta».[15]

15 ¿Qué puede ser más similar en todos los aspectos y en cada una de sus partes más semejante a mi mano y a mi oreja que sus imágenes en el espejo? Y, sin embargo, no puedo poner la mano que se ve en el espejo en lugar de su original, dado que ésta es una mano derecha, pero en el espejo, es una mano izquierda, y la imagen o reflejo de la oreja derecha es una oreja izquierda y nunca una de ellas podría reemplazar a la otra. No hay, en este caso, ninguna diferencia interna que nuestro entendimiento pueda definir sólo por el pensamiento. No obstante, como los sentidos nos indican, las diferencias son internas, ya que, a

Vamos a escenificar esta situación en términos de Cuadrado A. Al final de *Flatland,* el viaje de Cuadrado A a la tercera dimensión termina con una gran discusión entre él y Esfera A. Cuadrado A, razonando por analogía, llega a la conclusión de que debe existir un mundo cuatridimensional más allá del espacio 3-D de la esfera, y pide que le lleve allí. Pero, en este caso, como ocurre a veces, el alumno ve más lejos de lo que nunca se había atrevido a llegar el maestro. La Esfera se siente molesta y al final se enfada ante la insistencia del Cuadrado de que debe existir una «Pensilandia» cuatridimensional, más allá de Linealandia, Planilandia y Espacilandia. Y, mientras el Cuadrado parlotea, soñando con dimensiones más y más altas, la Esfera pierde la paciencia y el viaje termina:

Mis palabras fueron interrumpidas de pronto por un estrépito fuera, y otro simultáneo dentro de mí, que me impulsó a través del espacio a una velocidad que impedía hablar. ¡Abajo! ¡abajo! ¡abajo! Descendía velozmente y supe que mi destino era el regreso a Planilandia. Tuve una visión fugaz, una última e inolvidable visión de ese nivel yermo e insípido —que sería, de nuevo, mi Universo— y que se extendía ante mi ojo. Después, una oscuridad. Y, por último, un devastador fragor de truenos. Cuando volví en mí era, de nuevo, un Cuadrado común reptante, en mi Estudio en casa, y oía a mi Mujer que se acercaba.

Ahora, por supuesto, Cuadrado A quiere contar a todo el mundo sus revelaciones, pero —sorpresa, sorpresa— en Planilandia es ilegal hablar de dimensiones superiores. El Cuadrado trata de refrenarse, pero, finalmente, en una reunión de la Sociedad Especulativa Local:

Entonces, me olvidé de mí mismo y comencé a relatar con detalle todo mi viaje por el Espacio con la esfera... Al principio, en realidad, fingí que describía las experiencias de una persona

---

pesar de su completa similitud e igualdad, la mano izquierda no puede encerrarse en los mismos límites que la derecha (no son congruentes); el guante de una mano no puede usarse en la otra. ¿Cuál es la solución? (Immanuel Kant, *Prolegómenos a toda metafísica futura que haya de presentarse como ciencia,* 1783.)

ficticia, pero mi entusiasmo pronto me obligó a abandonar todo disimulo y, por último, en una perorata ferviente, exhorté a todos los que me escuchaban a despojarse de los prejuicios y transformarse en creyentes de la Tercera Dimensión.

¿Es necesario decir que fui arrestado de inmediato y llevado ante el Consejo?

Se declara culpable a Cuadrado A y se le condena a prisión perpetua. A medida que pasa el tiempo, encuentra cada vez más y más difícil pensar en la tercera dimensión. Edwin Abbott termina su *Flatland* con esta nota sombría, es decir, con el Cuadrado cada vez más deprimido después de haber cumplido siete años de su sentencia.

El año 1984 fue el centenario de la publicación de *Flatland.* Tengo el placer de informar que Cuadrado A se encuentra vivo y lleno de vigor. Pero no sólo está vivo, sino que también ha accedido a transmitir un relato de sus aventuras posteriores. Citaré algunas de mis notas sobre *The Further Adventures of A Square (Las aventuras posteriores del Cuadrado A)* en lo que resta de libro. Comenzaré por citar los primeros dos párrafos ahora y luego extractaré algunas partes que están relacionadas con los problemas de izquierda y derecha.

«Ha transcurrido todo un siglo desde la última vez que me comuniqué con vosotros, feliz raza de Espacilandia. Mi salud, que en determinado momento se debilitó, es, de nuevo, inmejorable. Lejos de estar languideciendo en la prisión, ahora soy un respetado Profesor de Teología. El nuevo Círculo Jefe, alienta a las Masas a adorar a los Seres del Espacio Superior como a Ángeles y Dioses. Y mis asistentes avanzan de manera incesante hacia una teoría matemática de muchas Dimensiones.

»Mi especial Revelación, en otro tiempo tan secreta, experimenta ahora una aceptación general quizá demasiado grande entre el Vulgo y un análisis demasiado erudito entre los Doctos. No debemos olvidar nunca el hecho de que el Espacio Superior es un camino majestuoso hacia lo que está más allá de toda imaginación. Al que tiene oídos, dejadle escuchar.

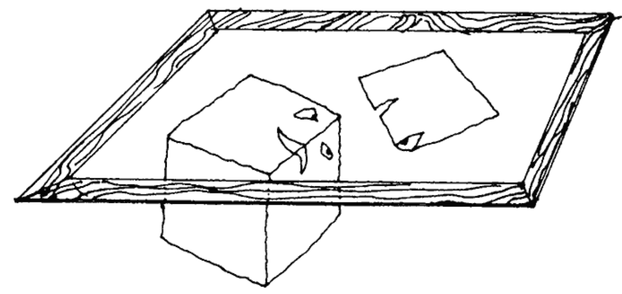


Fig. 43. El Cubo A visita al Cuadrado A.

»Al principio creí que el intruso era otro Cuadrado como yo. Pero, al percibir su Perímetro, descubrí algo por completo anómalo: no tenía ojo. Pensé en consolarlo y tuvo lugar la siguiente conversación.

»*Yo.* ¿Te han encarcelado por Ciego? ¿Y por qué en mi celda?

»*Intruso:* ¿Encarcelado? Ni en sueños, Cuadrado. Soy un Cubo de Espacilandia. Encantado de conocerte.

»*Yo.* ¡Oh, bendita Providencia! ¿Es posible? Pero, ¿qué ha sido de mi antiguo Mentor, la Esfera?

»*Cubo:* La Esfera no importa ahora, Cuadrado. Si lo hubiera deseado te hubiera liberado hace mucho tiempo. ¿Qué parte de tu condena has cumplido?

»*Yo.* ¿Preguntas cuánto hace que estoy en prisión? Setenta años, mi Señor. Solía preguntarme, es verdad, por qué Esfera A no me había elevado fuera de mi celda. Pero, si escapo, el Consejo me encerrará de nuevo, o tal vez, dispondrá algo peor que eso.

»*Cubo:* No te preocupes. He estado pensando qué podía hacer por ti. Cubo y Cuadrado, armonizan entre sí, ¿de acuerdo? Mi idea es hacerte algo que *pruebe* que hay una tercera dimensión.

»*Yo:* El sentido de tus palabras es oscuro para mí, mi Señor.

»*Cubo:* Bueno, comprueba *esto*, primo.

»El Cubo se abalanzó sobre mí y me cogió de un ángulo con la boca. Sentí una extraña sensación de giro alrededor de mi centro y luego todo quedó en calma.

»El Cubo había desaparecido y yo estaba en mi celda, sin embargo... todo resultaba diferente, todo estaba como si lo viera en

un espejo. Mareado y confundido, me quedé dormido y soñé con Linealandia.»

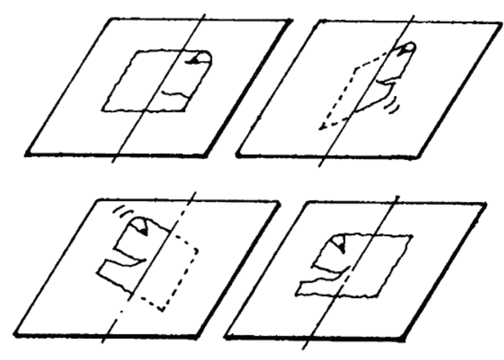


Fig. 44. El Cuadrado A da la vuelta.

En su sueño sobre Linealandia, Cuadrado A imagina que habla otra vez con el rey de Linealandia, un segmento con una voz de bajo en su extremo izquierdo y una voz de tenor en su extremo derecho. Con el deseo evidente de perturbar al rey. Cuadrado A llega hasta Linealandia y le da un capirotazo que lo hace girar alrededor de su punto central. Los demás linealandios oyen que el rey suena extraño: se ha convertido en su propia imagen en el espejo. Enfurecidos, atacan al rey y lo destrozan.

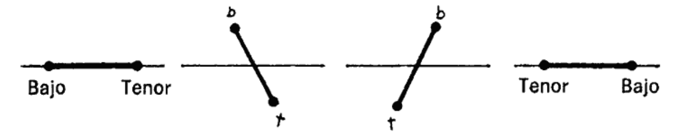


Fig. 45. El rey de Linealandia da una vuelta de campana.

Cuando Cuadrado A despierta a la mañana siguiente, todo parece aún al revés. Y el guardia que trae el desayuno, echa una ojeada a nuestro amigo y comienza a chillar. Es muy cierto, el enloquecido Cubo ha volteado a Cuadrado A, haciéndolo girar en tomo de su eje central.

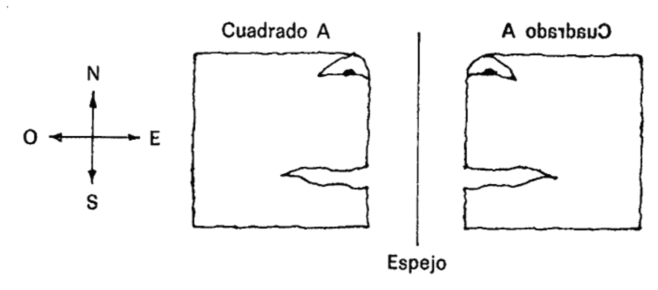


Fig. 46. Espejo de Planilandia.

Usualmente, si un planilandio tiene su ojo en el lado norte, su boca mira al este. Pero ahora, Cuadrado A es lo opuesto.

Era un cuadrado vuelto por completo al revés.

Se reunió el Consejo, sentenció que Cuadrado A era un «objeto de horror para los dioses», y decidió ejecutarlo.

Volveremos a las aventuras de Cuadrado A en seguida, pero detengámonos un momento y preguntémonos cómo sería que nos «dieran vuelta» en la cuarta dimensión. Se diría que un ser 4-D puede trastocarle a usted en su propia imagen en el espejo, girándole en la cuarta dimensión, alrededor de un plano que cortara su cuerpo en sentido longitudinal, pongamos por caso, el plano que pasa por la punta de su nariz, su ombligo y su espina dorsal. Ese plano de su cuerpo permanecerá en nuestro espacio. Su mitad derecha se trasladará *ana,* vamos a decir, y su mitad izquierda se trasladará *kata*. Las dos mitades se trasladarán, en sus espacios paralelos, alrededor del plano de rotación y luego, volverán a nuestro espacio. La rotación alrededor de un plano es difícil de imaginar para nosotros... Pero, recordemos sólo lo incomprensible que es para un planilandio considerar la rotación alrededor de una línea.

Mientras estuviéramos en el proceso de rotación tendríamos, realmente, un aspecto muy extraño, porque todo lo que permanecería de nosotros en nuestro espacio sería una sección transversal, algo así como un tejido cortado con micrótomo. Si nos movieran arriba y abajo, en ángulos rectos a nuestro espacio, los demás podrían ver cada una de nuestras secciones

transversales a su vez y tendrían así un verdadero conocimiento 3-D de nuestro funcionamiento interno.

Acertijo 4.1

Un cubo que intersecta un plano perpendicularmente forma una sección transversal cuadrada. ¿Es posible colocar un cubo de modo que al intersectar un plano la sección sea triangular? ¿Cómo? ¿Qué otras formas de secciones transversales puede tener un cubo? *Solución*

En realidad, el instrumento de diagnóstico que se conoce como TAC (Tomografía Axial Computadorizada), consiste en un proceso semejante a éste: la construcción de un modelo 3-D del cuerpo por medio de una serie de secciones transversales de rayos X.[16]

---

16 Lo que parecía ser una fina rodaja de la morcilla más grande del mundo, apareció en el centro del panel. Vernor hizo un ademán... atraído por la curiosidad pero, al mismo tiempo, repelido por el miedo. «¿Eres tú, Mick? No tienes buen aspecto.»
La forma de la rodaja cambió gradualmente, hasta que, por último, lo que parecía ser una silueta animada flotó ante Vernor. Era como un recorte de un hombre, delgado, delgado como un papel y coloreado de diferentes tonos... un diseño extraño de colores que cambiaban. De pronto, Vernor se dio cuenta de que estaba viendo una sección transversal de Mick Stones. Era como si alguien hubiera partido a Mick por la mitad, del centro del frente al centro de la espalda, con una enorme y afilada navaja de afeitar y después hubiese cortado una rodaja muy fina para agitarla delante de Vernor.
La sección transversal ondeó levemente y entonces Mick Stones reapareció en el panel. Parecía encontrarse bien, pero tenía un aspecto extraño, distorsionado. Extendió su mano izquierda hacia Vernor, tranquilizador. «Es estupendo aquello...» Pero fue interrumpido por una violenta explosión delante de su rostro.
De pronto, los mecanismos de Vernor funcionaron. «¡Atrás!», gritó. «¡Estás vuelto al revés! ¡Estás formado por antimateria, ahora!» Por *eso* Mick parecía extraño; había sufrido una inversión en el hiperespacio y había regresado como su imagen en el espejo. Lo que significaba que cada una de sus partículas era la imagen de la partícula reflejada en el espejo, antimateria. (Rudy Rucker, *Spacetime Donuts [Donuts espacio-temporales]*, 1981.)

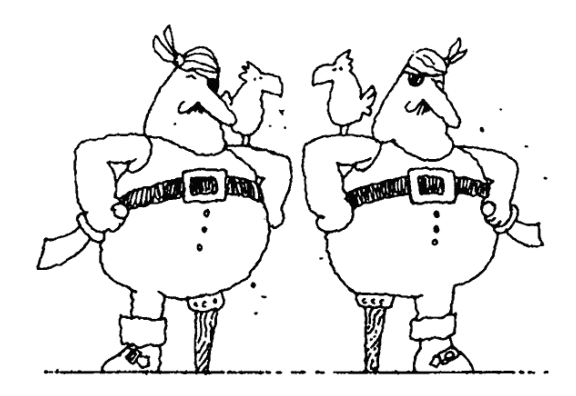


Fig. 47. Antes y después.

Por misteriosa que pueda parecer la rotación cuatridimensional que nos transforma en una imagen igual a la que nos refleja el espejo, es posible, en realidad, observar esta rotación mientras se produce, como veremos en seguida. El método, que permite una genuina penetración en la cuarta dimensión, tiene que ver con el Cubo A.

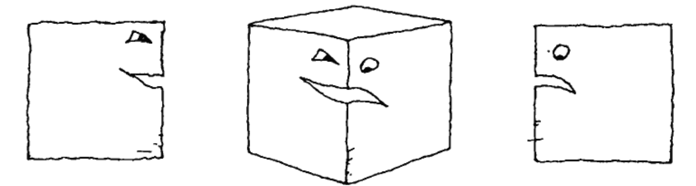


Fig. 48. El Cubo A.

El Cubo A, como se habrá podido notar, tiene rasgos típicamente esquizoides. La mitad derecha de su rostro, que está controlada por el cerebro izquierdo, analítico y sociable, tiene una sonrisa amistosa y un preciso ojo triangular. La mitad izquierda de su rostro, controlada por su cerebro derecho, oscuro e intuitivo, tiene una expresión poco firme y un ojo redondo errante. Es evidente que el Cubo A y su imagen en el espejo son totalmente distintos. El Cubo A tiene su ojo triangular en

el lado derecho, pero A odɹƆ tiene el ojo triangular en el lado izquierdo.[17]

Del mismo modo que, por más que Cuadrado A se deslizara sobre su plano en todos los sentidos, nunca hubiera podido transformarse en su imagen en el espejo, ninguna contorsión 3-D que realice el Cubo A podrá transformarlo en A odɹƆ. Pero, como descubrió el matemático August Ferdinand Moebius, en 1827, es, en efecto, posible transformar un objeto 3-D en su imagen en el espejo por medio de una rotación apropiada a través del espacio cuatridimensional.

Aunque resulte muy sorprendente, es en realidad posible para nuestras mentes realizar tal rotación. Muchos lectores estarán familiarizados con el «diagrama invertible del cubo», conocido también como el cubo de Necker. Si se mira fijamente el dibujo del armazón de un cubo, durante un cierto tiempo, la interpretación 3-D mental de la figura oscila, hacia atrás y hacia delante, entre dos de las versiones que se muestran. Si tiene usted dificultad en lograr que la figura «haga» esto, puede ayudarle el acto de fijar su atención cerca del centro del dibujo y

17 Es de lamentar que la aversión que Plattner sentía por la autopsia pueda aplazar, quizá para siempre, la prueba positiva de que todo su cuerpo tenía sus lados izquierdo y derecho trastrocados. Sobre este hecho se asienta principalmente la credibilidad de este relato. No hay manera de coger a un hombre y trasladarlo de aquí para allá *en el espacio,* al menos del modo en que la gente común entiende el espacio, y que esto tenga como resultado que sus lados se han invertido. Hágase lo que se haga, su izquierda seguirá siendo su izquierda, y su derecha, su derecha. Por supuesto, se puede hacer esto con algo perfectamente plano y delgado. Si se corta una figura de papel, cualquier figura que tenga un lado izquierdo y un lado derecho, se puede cambiar sus lados sólo con levantarla y darle la vuelta. Pero, con un sólido es diferente. Los teóricos matemáticos nos dicen que el único modo en que los lados izquierdo y derecho de un cuerpo sólido pueden cambiarse es sacar ese cuerpo del espacio que conocemos —o sea, sacarlo de la existencia ordinaria— y darle vuelta en algún lugar fuera del espacio. Esto resulta un poco abstruso, sin duda, pero cualquiera que tenga algún conocimiento de la teoría matemática, le asegurará al lector, que es cierto. Para decirlo en lenguaje técnico, la curiosa inversión de los lados izquierdo y derecho de Plattner es una prueba de que había salido de nuestro espacio y había accedido a lo que se denomina la Cuarta Dimensión, y que luego regresó a nuestro mundo. A menos que prefiramos consideramos víctimas de una invención elaborada y sin motivo, tendremos que aceptar que esto ha ocurrido. (H. G. Wells, *The Plattner Story [La historia de Plattner],* 1896.)

tratar, mentalmente, de «empujar» o «tirar» de uno de los vértices.

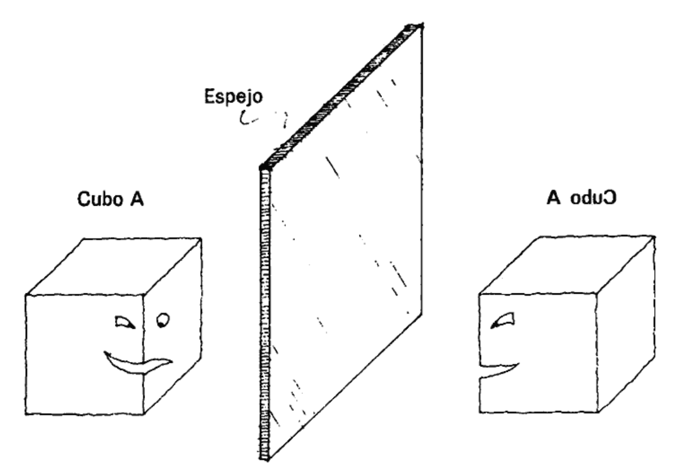


Fig. 49. El Cubo A y su imagen en el espejo.

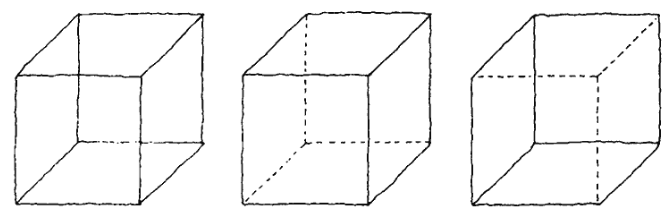


Fig. 50. El Cubo A de Necker y sus dos interpretaciones.

Lo que hace tan importante la inversión del cubo de Necker es el hecho de que las dos interpretaciones 3-D posibles del dibujo del armazón original son, en realidad, imágenes en el espejo una de otra.

Podemos ver esto con claridad si dibujamos los rasgos del Cubo A sobre el cubo de Necker e imaginamos que el cuerpo del Cubo A es transparente. Si suponemos que los rasgos están en el lado del cubo más cercano a nosotros, estamos viendo, exactamente, el Cubo A. que tiene un ojo triangular a la derecha. Pero, si suponemos que los rasgos están en el lado del cubo

más alejado de nosotros, entonces, estamos viendo la parte posterior del A oduƆ, la imagen en el espejo del Cubo A, que tiene un ojo triangular en el lado *izquierdo.* Si el Cubo A es transparente, la ambigua figura original puede verse ya sea como el Cubo o la imagen del Cubo en el espejo.

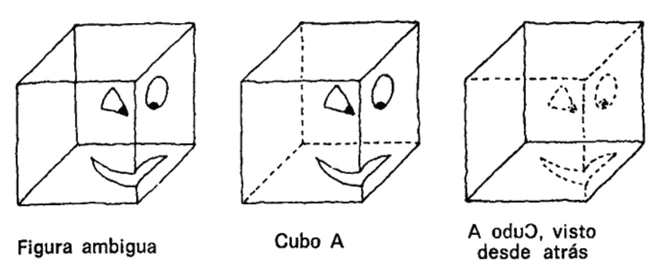
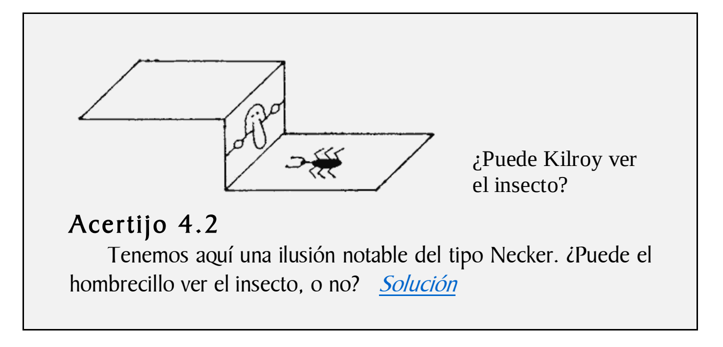


Fig. 51. El Cubo A se transforma en el A obuƆ.



Acertijo 4.2

Tenemos aquí una ilusión notable del tipo Necker. ¿Puede el hombrecillo ver el insecto, o no? *Solución*

Lo importante de esto es que, el tipo de reordenamiento que se produce cuando el cubo de Necker se invierte, es equivalente a una rotación a través de la cuarta dimensión. Todo esto sucede tan rápido que es difícil de captar, pero si se observa durante un tiempo, se comenzará a sentir que, quizá, se está obteniendo un atisbo de la cuarta dimensión. A propósito, el dibujo del hipercubo, es particularmente interesante de examinar en términos de la inversión del cubo de Necker. Mírelo fijamente, como si fuese un mandala, y el dibujo comenzará a bullir de

actividad haciendo lo posible para transformarse en algo hiperdimensional.[18]

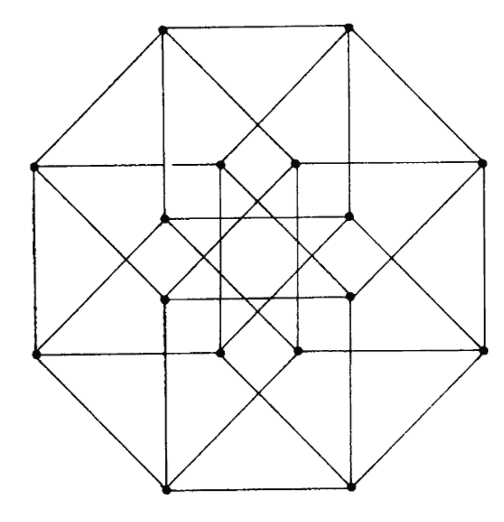


Fig. 52. El Hipercubo.

Una versión especialmente dramática del cubo de Necker puede lograrse si doblamos el modelo de Cubo A de Necker representado en la figura 53. Cuando está doblado, el papel tiene la forma de A odɹƆ, tal como se ve desde la parte interior

18 ¿El Paraíso? Lo he experimentado recientemente.
El Paraíso debe consistir en la supresión del dolor. Esto significa, de algún modo, que vivimos en el Paraíso mientras no experimentamos dolor. Y ni siquiera lo sabemos.
La gente feliz y la desgraciada viven en el mismo mundo, ¡y ni siquiera lo saben!
Tengo la sensación de que durante los últimos meses he estado caminando alrededor de mi propia vida en un misterioso y fantástico laberinto y, ahora, he vuelto exactamente al mismo lugar donde comencé. Pero, como me he movido fuera de las dimensiones normales, derecha e izquierda, de algún modo, se han permutado. Mi mano derecha es ahora la izquierda, mi mano izquierda, la derecha.
He vuelto al mismo mundo y ahora lo veo como si fuese feliz.
Los fragmentos de pintura desprendidos de la puerta son parte de una hermosa y enigmática obra de arte. (Lars Gustafsson, *The Death of a Beekeeper [La muerte de* un *apicultor]*, 1978.)

de su cabeza-ahuecada. Después que la inversión de Necker «tira» el vértice hacia usted, tiene el aspecto que debería tener el Cubo A. Pero, cuando rompe usted la ilusión (abriendo el otro ojo o alejando el modelo lo suficiente como para que se le vea la parte posterior), entonces la cosa «cae» a través de la cuarta dimensión y vuelve a la forma de cabeza-ahuecada A odnƆ.

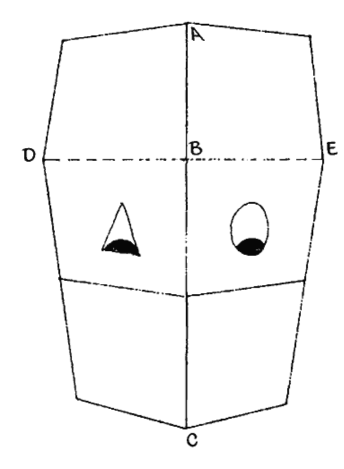


Fig. 53. Diseño del Cubo A de Necker.

1. Trace la figura.
2. Recórtela.
3. Dóblela por la línea AC y después por la línea DE. Cada vez debe hacerlo plegando las superficies una encima de otra.
4. Corte de A a B.
5. Deslice uno de los «cuadrados» superiores detrás del otro para formar algo como la esquina de una habitación donde las paredes se encuentran con el techo. Ahueque la mano derecha y ponga en ella el objeto.
6. Cierre un ojo y mire fijamente la esquina. «Tire» de la esquina hasta que la inversión del cubo de Necker se produzca.
7. Una vez que el objeto está firmemente vuelto al revés, trate de mover su mano.
8. Si tiene dificultad en obtener esta ilusión, asegúrese de que el modelo está iluminado de manera uniforme (de modo que las

sombras no proporcionen indicaciones de profundidad) y asegúrese de que lo mantiene quieto hasta que se produzca la inversión de Necker.

Una vez el cubo se ha invertido, parece moverse de un modo anormal. Si lo tiene en inversión y lo mece en su mano, parecerá mantenerse en el aire y oscilar en el sentido opuesto en que se mueve su mano. Se obtiene un efecto aún más notable si se pone el cubo hacia abajo o si se pega en la pared y luego se invierte. Ahora, si le es posible mantenerlo en inversión mientras mueve la cabeza alrededor, verá que el cubo, aparentemente, gira también como si mantuviera la vista fija en usted.[19]

Acertijo 4.3

Contemplar un cubo de Necker nos puede ayudar a reflexionar acerca de la cuarta dimensión. ¿Puede usted imaginar una *Ilusión de Necker de Planilandia* que Cuadrado A pueda utilizar para ayudarse a considerar la tercera dimensión? Solución

Debo aclarar que mi modelo se basa en un diseño similar de Jerry Andrus, un brillante ilusionista que vive en Albany, Oregón. Andrus da el nombre de Parabox a su modelo invertible.

19 «En la vida física real puedo dar la vuelta tan simple y velozmente como cualquiera. Pero, mentalmente, con los ojos cerrados y mi cuerpo inmóvil, soy incapaz de cambiar de una dirección a otra. Alguna célula giratoria de mi cerebro no funciona. Puedo hacer trampas, por supuesto, dejando a un lado la instantánea mental de una perspectiva y, pausadamente, elegir el paisaje opuesto para el regreso a mi punto de partida. Pero, si no hago trampas, algún tipo de abominable obstáculo, que me enloquecerá si persisto, me impide imaginar el giro que transforma una dirección en otra directamente opuesta. Estoy destrozado, llevo todo el mundo sobre mis espaldas en el proceso de tratar de visualizar mi viraje y que me permita ver en términos de “derecho” lo que veo como “izquierdo”, y viceversa.» (Vladimir Nabokov, *Look at the Harlequins [Mira a los arlequines]*, 1974.)

Mirar demasiado tiempo con fijeza el Neck-A-Cubo antes de irse a dormir puede ocasionar sueños desagradables. Aunque la cuarta dimensión es de gran interés teórico y filosófico, hay algo en ella que resulta alarmante y que puede descarriar la mente cuando comienza a hacerse demasiado real. Recuerdo, en particular, una serie de sueños que tuve en 1976, poco después que llegué a entender que izquierda y derecha son conceptos tan relativos como arriba y abajo o delante y detrás.

En estos sueños, caminaba por una calle con alguien a cada lado —mi mujer, Sylvia, digamos, a mi izquierda y mi amigo Greg a mi derecha. Yo me trasladaba fuera de mi cuerpo y observaba a los tres desde alguna distancia, primero desde un punto de nuestro espacio y después desde un punto exterior del espacio. Lo que me sorprendía era que *según desde qué mitad del hiperespacio estuviera observando*, el orden de las tres personas era Sylvia-Rudy-Greg, o Greg-Rudy-Sylvia. En mi sueño de caminar por la calle, comenzaba a interiorizar esta sustitución y toda la ciudad a mi alrededor oscilaba entre ella misma y su propia imagen en el espejo. Algunas mañanas me despertaba convencido que yo y todo el Universo habíamos sido reemplazados por nuestras imágenes en el espejo durante la noche. El día más terrible fue cuando me senté en la cama y, en efecto, observé cómo la inversión se producía: toda la habitación, los muebles y las demás cosas, de un modo ingobernable se transformaban en su imagen en el espejo. Pero, por supuesto, no pude probar nada... yo también me había dado la vuelta.

Después de estas experiencias, me he preguntado a menudo si existirá un hecho objetivo que pueda correlacionarse con la sensación que a veces se tiene de que el mundo se ha transformado en su propia imagen en el espejo. Una idea posible que me venía a la mente es que una persona podría tener un componente mental 4-D que se proyectara fuera del cerebro y en el hiperespacio. Si este material «hipercerebral» pasara de estar primordialmente situado en el lado, digamos, *ana* a estarlo primordialmente en el lado *kata*, tendría justificación decir que el mundo ha cambiado, del mismo modo que cambia el dibujo de

la palma de la mano de la figura 42 cuando un observador se mueve de uno a otro lado.

Algunas veces me siento tan confuso respecto de lo que es izquierda y derecha que de lo único que estoy realmente seguro es de qué está junto a qué. Tengo esta sensación cuando voy a Inglaterra... o, simplemente, cuando veo una película inglesa... donde todos circulan por el lado izquierdo del camino. Se produce un caso muy común de confusión izquierda-derecha si se nos ocurre examinar los dientes frente al espejo mientras pasamos la lengua por ellos. Muy pronto, izquierda y derecha pueden llegar a confundirse sin remedio. Charles Hinton, sobre el que hablaremos en el próximo capítulo, creía que inducir de manera deliberada este tipo de confusiones sobre izquierda y derecha, era el mejor modo de llegar al pensamiento cuatridimensional.

V. ¿FANTASMAS DEL HIPERESPACIO?

El espiritismo, es decir, la creencia de que los espíritus de los muertos están cerca y deseosos de ponerse en contacto con nosotros, nunca ha sido tan popular como a finales del siglo XIX. Desde Estados Unidos hasta Inglaterra y Europa, los aficionados o los médiums profesionales, organizaban sesiones espiritistas. Un grupo de personas se sentaban alrededor de una mesa en una habitación casi a oscuras, el o la médium gemía y murmuraba y, entonces, los espíritus se manifestaban.

¿Y qué hacían los espíritus? Hacían ruidos: daban golpes secos sobre la mesa. Movían cosas: hacían girar y balancear la mesa y, en ocasiones incluso la levantaban en el aire. Enviaban mensajes: con frecuencia haciendo que un trozo de lápiz garabateara algunas palabras en una pizarra, debajo de la mesa. Se materializaban en forma de nieblas blancas o. algunas veces, en forma de manos de los propios espíritus que aparecían en el borde de la mesa.

Desde sus inicios, los médiums espiritistas estuvieron, por supuesto, bajo graves sospechas de fraude. La gente desea tanto creer en una vida después de la muerte que sus relatos de lo que experimentaban en una sesión no son muy dignos de confianza. La acumulación de anécdotas, por pintorescas que sean, nunca pueden reemplazar a una verdadera investigación científica. Los pocos científicos que creían en el espiritismo comenzaron a buscar algún tipo de teoría sólida que apoyara su creencia en los fantasmas.

De un modo abstracto, parecen existir dos posibilidades con respecto a la presencia de los espíritus. O están en nuestro espacio, pero de un modo muy insustancial, o están por completo fuera de nuestro espacio. La idea de los espíritus como formas tenues en nuestro espacio fue popular entre los primeros espiritistas, que sostenían que los espíritus estaban constituidos de

«ectoplasma» o, aún más concretamente, de «energía vibratoria». En este punto surgía una dificultad, ya que si los espíritus eran tan insustanciales, ¿cómo podían hacer cosas como levantar una pesada mesa de sesiones?

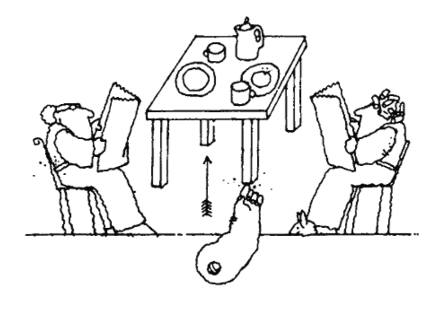


Fig. 54. Fuerzas ocultas.

Esta dificultad no surge si consideramos los espíritus seres sólidos y con sustancia, pero, en este caso, como es natural, se presenta la cuestión de por qué no los percibimos si son, en verdad, tan sólidos. La respuesta a esto es afirmar que la morada de los espíritus está, de algún modo, fuera de nuestro espacio. ¿Qué ventaja tiene considerar que viven fuera del espacio? Podría tenérseles infinitamente alejados, pero, entonces se tendría el problema de cómo pueden llegar hasta nosotros con tanta rapidez cuando son convocados por un médium. Una explicación mucho más satisfactoria es decir que *los espíritus viven en la cuarta dimensión.*[20]

20 1. Desde el punto de vista físico, las almas de los muertos caen bajo la servidumbre de algunos seres vivos que se llaman médiums. Estos médiums constituyen, al menos hasta el presente, una clase no demasiado extendida y parecen ser casi exclusivamente norteamericanos. Bajo sus órdenes, las almas de los difuntos realizan hazañas mecánicas que poseen en todo respecto el carácter de la más absoluta inutilidad. Dan golpes, levantan mesas y sillas, mueven camas, tocan la armónica y hacen otras cosas similares.
2. Desde el punto de vista intelectual, las almas de los muertos entran en una condición que, si hemos de juzgar por las producciones que consignan en las pizarras de los médiums, debe ser calificada de muy lamentable. Estas escrituras pertenecen por completo a la categoría de la imbecilidad; carecen de todo contenido.

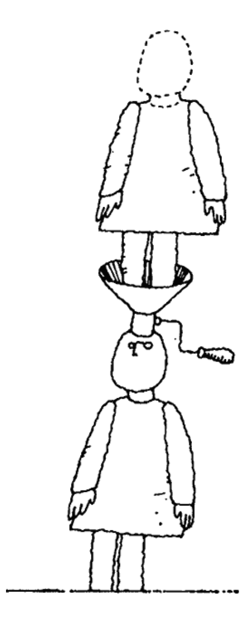


Fig. 55. Cuerpo y alma.

El atractivo de esta idea es que los espíritus están totalmente fuera de nuestro espacio material normal, aunque, no obstante, están... al mismo tiempo... junto a nosotros, esperando a sólo unos pocos centímetros *ana o kata.* Si bien la idea de los espíritus como seres 4-D gozó de su mayor popularidad en el siglo XIX, ya había sido insinuada unos doscientos años antes por el platónico Henry More (1614-1687) de Cambridge. Al igual que los espiritistas científicos, More se oponía a la idea de que los espíritus, los ángeles y las formas platónicas pudieran existir como abstracciones insustanciales. Él creía que si existían realmente, debían *ocupar algún espacio.* No obstante,

3. Lo más favorecido, por lo visto, es la condición moral del alma. De acuerdo con el testimonio que poseemos, de su carácter sólo puede decirse que es inofensivo. Los espíritus, de la manera más educada, se abstienen de comportamientos bárbaros, tales, por ejemplo, como destruir los doseles de las camas. (Wilhelm Wundt, *Espiritismo, una cuestión llamada científica*, 1889.)

si el alma de una persona ocupa algún lugar, se plantea la cuestión de cómo puede caber en el cuerpo físico sólido de una persona. En 1671, More sugirió que los espíritus debían ser cuatridimensionales. Expresó esto en términos de una cualidad oculta que denominó *spissitude*, que significa algo así como «densidad de sustancia». Su idea parece haber sido que las diferencias entre cuerpos físicos idénticos de una persona viva y una persona muerta estribarían en el hecho de que el cuerpo vivo tendría más *spissitude*, y que este componente sería físicamente imposible de observar porque correspondería a un cierto hiperespesor en la dirección de la cuarta dimensión.

La persona que verdaderamente popularizó la noción espiritista de los fantasmas procedentes de la cuarta dimensión, fue Johann Karl Friedrich Zöllner (1834-1882). Zöllner fue profesor de astronomía en la Universidad de Leipzig, la misma universidad donde August Moebius descubrió, en 1827, que es posible convertir un objeto en su imagen en el espejo por medio de una rotación hiperespacial, y también la misma universidad en la que Gustav Fechner escribió, en 1846, su ensayo *Por qué el espacio tiene cuatro dimensiones*. Zöllner se interesó en el espiritismo después de un viaje que realizó a Inglaterra, en 1875, donde visitó a William Crookes, inventor del tubo de rayos catódicos.

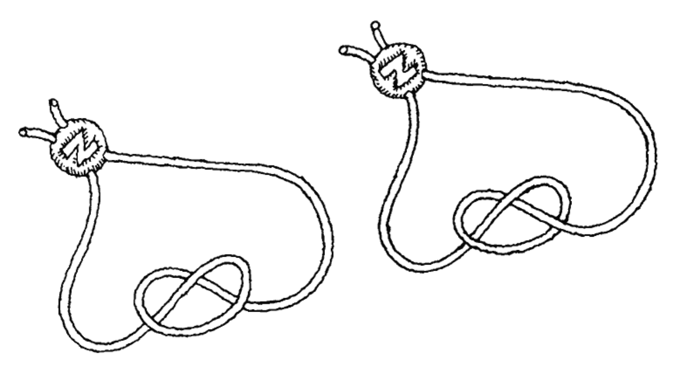


Fig. 56. El cordel de Zöllner, antes y después.

Crookes estaba muy comprometido con el espiritismo y fue el defensor del médium norteamericano, Henry Slade. Cuando la estancia de Slade en Inglaterra terminó en un arresto y posterior declaración de culpabilidad por fraude, el médium fue a ver a Zöllner, que esperaba ansiosamente a alguien que le ayudara a demostrar que los espíritus eran cuatridimensionales. Según la *Física trascendental* (1878), de Zöllner, los experimentos fueron un éxito inmediato.

Lo primero que hizo Slade fue atar cuatro simples medios nudos en un cordel que le proporcionó Zöllner. Lo que hacía sorprendente este hecho era que el cordel no tenía ningún nudo originalmente y sus extremos estaban unidos por una porción de lacre con la impronta del sello de Zöllner. Por supuesto, Slade se las ingenió para anudar el cordel, pero si no hubiera hecho trampa, su truco hubiera sido verdaderamente cuatridimensional.

¿Por qué? Bueno, si un espíritu pudiera mover un pequeño segmento del cordel *ana* fuera de nuestro espacio, sería, a todos los efectos prácticos, como abrir una brecha en el cordel, de modo que se podría mover «a través» de sí mismo para formar un nudo. Una vez que el cordel está en la posición apropiada, el segmento desplazado se vuelve a traer *kata* a nuestro espacio y se ha hecho un nudo sin mover los extremos del cordel.

Esto es un modo de hacerlo. Otro, mucho más sencillo, es hacer los nudos primero y lacrar los extremos del cordel después. En sí mismo, un cordel anudado con sus terminaciones unidas por lacre, no nos hace creer de inmediato que el nudo ha sido hecho por un espíritu cuatridimensional. Por supuesto. Zöllner era consciente de esto e ideó varios experimentos interesantes mediante los cuales los espíritus amigos de Slade pudieran establecer pruebas perdurables de su cuatridimensionalidad. En la *Física trascendental* se describen tres de estas pruebas:

1. Dos anillos de madera, uno de roble, otro de aliso, fueron torneados de una pieza... Si se lograba entrelazar estos anillos sin romperlos, la prueba tendría un elemento adicional de credibili-

dad mediante el examen microscópico de la completa continuidad de la fibra. Dado que se eligieron dos clases diferentes de madera, quedaba excluida toda posibilidad de que ambas anillas hubieran sido cortadas de la misma pieza. En consecuencia, estos anillos entrelazados representarían en sí mismos un «milagro», es decir, un fenómeno que nuestras concepciones actuales de los procesos físicos y orgánicos serían absolutamente incapaces de explicar.

2. Puesto que entre los productos de la naturaleza, la disposición de cuyas partes presenta una dirección particular, como ocurre con las conchas de los caracoles, que se curvan o a la derecha o a la izquierda, esta disposición puede invertirse mediante una torsión cuatridimensional del objeto, me había provisto de gran número de estas conchas, de diferentes especies, y por lo menos dos de cada clase.

3. De una tripa seca, como las que se usan en las fábricas de cuerdas, se cortó una cinta sinfín, es decir, sin extremos. Si se podía hacer un nudo en esta cinta, el examen microscópico también revelaría si la conexión de las partes de esta cinta había sido rota o no.

De modo que la idea era que los espíritus de Slade enlazaran los dos anillos de madera, convirtieran algunas conchas de caracol en su imagen en el espejo y formaran un nudo en una anilla cerrada de piel de vejiga de cerdo. ¿Funcionó?

Pocas veces ocurre exactamente lo que nosotros, de acuerdo con la medida de nuestro limitado conocimiento, deseamos; pero si, después de unos años, reflexionamos sobre lo que sucedió realmente, reconocemos con gratitud la superioridad intelectual de aquella Mano que, conforme a un sensato plan, conduce nuestros destinos al verdadero bienestar de nuestra naturaleza moral, y configura nuestras vidas en un todo armónico.

En otras palabras, no funcionó. En lugar de hacer lo que Zöllner deseaba, los espíritus pusieron los anillos alrededor de la pata de una mesa, movieron una concha de caracol de encima de la mesa al suelo, debajo de ella, e hicieron una quemadura redonda en la cinta de vejiga.

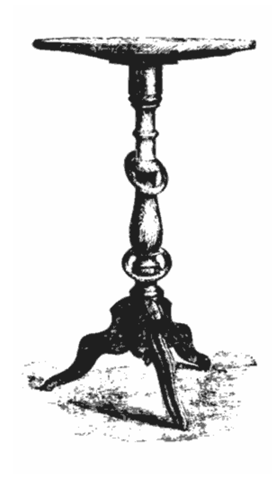


Fig. 57. ¿Evidencia de espectros 4-D? (Grabado de *Transcendental Physics*, de J. C. F. Zöllner.)

Muy pocos científicos quedaron convencidos con los experimentos de Zöllner, que, si bien pudo haber sido un hombre honesto, fue también crédulo hasta un extremo casi inconcebible: un científico ingenuo engañado por un charlatán profesional como Slade. Se diría que, ahora, cien años después, los científicos ya no pueden ser embaucados con fáciles trucos de magia, pero no parece que sea así. Hace pocos años, Uri Geller —que es casi con seguridad un fraude— obtuvo el respaldo y el apoyo de una serie de físicos en el Stanford Research Institute. Un vistazo a los libros que se exhiben en cualquier supermercado deja bien claro que el interés de la gente por los fantasmas es mayor que nunca.[21]

21 Siempre ha habido fenómenos misteriosos y siempre los habrá. No obstante, dado que a menudo hemos visto que el progreso de la ciencia ha revelado, una y otra vez, que era natural lo que anteriores generaciones tenían por sobrenatural, es ciertamente erróneo por completo presentar para la explicación de unos fenómenos que parecen ahora misteriosos una hipótesis como la de Zöllner, mediante la cual puede explicarse toda cosa del mundo. Si adoptamos un punto de vista que considere natural que los espíritus interfieran arbitrariamente en el funcionamiento del mundo, todas las investigaciones científicas cesarán, ya que nunca más podremos confiar o basarnos en ningún experimento químico o físico o en ningún cultivo botánico o cría zoológica. Si los espíritus son los autores de los fenómenos que nos resultan misteriosos, ¿por qué no controlan también los fenómenos que no son misteriosos? La existencia

La mayor parte de las modernas historias de fantasmas no plantean la cuarta dimensión. Una interesante excepción es la película de Steven Spielberg, *Poltergeist.* El aspecto 4-D de esta película aparece cuando las bolas que se tiran en el armario de una habitación caen del techo en otra habitación... lo que indica un recorrido a través de la cuarta dimensión.

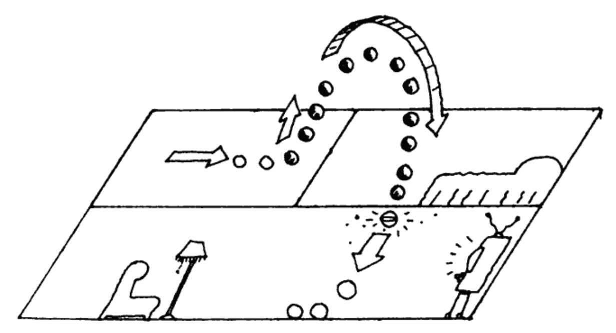


Fig. 58. Dónde fueron las bolas en *Poltergeist.*

El efecto principal que tuvieron los trabajos de Zöllner fue que la cuarta dimensión comenzó a considerarse acientífica y desacreditada. Sin embargo, su mensaje básico, *los espíritus viven en la cuarta dimensión,* no cayó en oídos del todo sordos. La noción de seres que viven en un mundo hiperespacial invisible fue recogida, a fines de siglo, por pastores protestantes en toda Inglaterra.

El más conocido de estos pastores es, por supuesto, Edwin Abbott, pero hubo muchos otros que adoptaron con entusiasmo la noción de que el cielo, el infierno, nuestras almas, los ángeles y Dios mismo podían estar confortablemente alojados en

---

de fenómenos misteriosos no justifica de ninguna manera la suposición de que existen espíritus que los producen. Si *debemos* aceptar influencias sobrenaturales, ¿no sería mucho más simple adoptar el ingenuo punto de vista religioso, según el cual todo lo que sucede se debe a la interferencia directa, real y personal de un solo ser que llamamos Dios? (H. Schubert, *La cuarta dimensión,* 1898.)

alguna dimensión superior. El credo básico de estos espiritualistas cristianos puede hallarse en A. T. Schofield, que expuso la teoría en su libro *Another World (Otro mundo),* en 1888.

«Debemos llegar a la conclusión, por tanto, de que un mundo superior al nuestro no sólo es posible, sino probable; segundo, que tal mundo puede considerarse un mundo cuatridimensional, y tercero, que el mundo espiritual está de acuerdo en sus leyes misteriosas, en su lenguaje, que a nosotros nos parece tontería, en sus apariciones e interposiciones milagrosas, en su excelsa exigencia de omnisciencia, omnividencia, etc., y en otros particulares, con lo que por analogía, serían las leyes, el lenguaje y las exigencias de una cuarta dimensión...

»Aunque el glorioso universo material se extienda más allá de los límites extremos de nuestra visión, aun cuando la ayudemos artificialmente con los telescopios más poderosos, esto no impide que el mundo espiritual y sus seres, y el cielo, y el infierno estén a nuestro lado mismo.

«Lejos de ocupar estas regiones espirituales algún pequeño rincón del universo material, y tan seguro como que lo mayor contiene lo menor, el universo material, tan vasto como es, está contenido en el espiritual.»

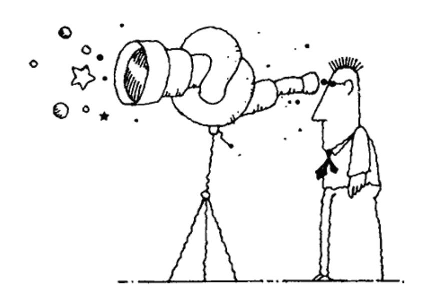


Fig. 59. «Ayudado por el más poderoso telescopio.»

Para los pensadores sofisticados, hay algo un poco demasiado rudo y materialista en esto de considerar las almas y los ángeles y Dios porciones de hipermateria en el espacio cuatridimensional. ¿Por qué precisamente *cuatri*? Si alguna clase de aspecto superespacial de la realidad superior es razonable, yo

creería que es la teoría de que nuestras almas son configuraciones en un espacio de Hilbert *infinito* dimensional. La segunda objeción a la idea de que los espíritus y ángeles pululan por nuestro espacio es la sensación de que, a niveles superiores, todo el concepto de los individuos que actúan por separado podría muy bien desaparecer.

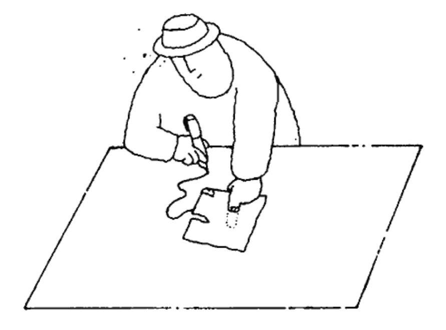


Fig. 60. ¿Dios el Padre?

Permítanme ilustrar este último pensamiento con un dibujo de Planilandia (fig. 61).

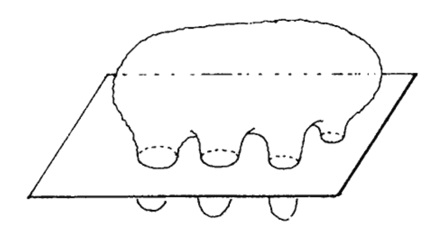


Fig. 61. El Uno y los Muchos.

Lo que parece ser un conjunto de muchos individuos puede resultar que, a un nivel superior, son simplemente partes de una entidad mayor. Falta algo en un concepto del mundo que abandona la noción de una unidad superior y retiene numerosos espíritus que golpean nuestro mundo como expertos del billar en el juego de la bola ocho.

Otro punto débil del espiritualismo, sea éste cristiano o no, es su dependencia de las anécdotas sobre milagros o proezas

síquicas. Si las dimensiones superiores tienen algún significado real para nosotros, ese significado debe ser parte de nuestra vida corriente. Yo no creo en milagros; tampoco dejo de creer en ellos. Todo este asunto me deja indiferente. ¿Puede Ud. caminar sobre el agua? ¿Puede doblar una cuchara? Bueno, y qué. ¿Ha demostrado que nadie camina realmente sobre el agua? ¿Ha demostrado que nadie realmente dobla una cuchara? No me interesa en absoluto. Lo que yo deseo saber es mucho más simple: *¿A qué se parece estar vivo?*

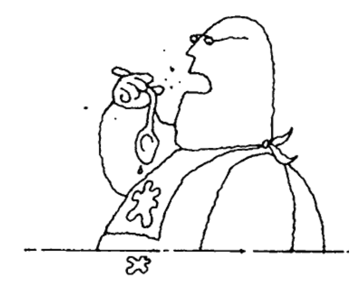


Fig. 62. Dobla esa cuchara.

«Vivimos en un espacio tridimensional» es una afirmación muy compleja, y una afirmación que no todo el mundo consideraría automáticamente cierta. Explicar a alguien por qué el mundo es tridimensional, implica, en realidad, convencerlo de que debe considerar el mundo que lo rodea de determinado modo. Imaginemos una civilización ajena cuya arquitectura no se basara en la forma cúbica. Sin las inevitables tres líneas perpendiculares en cada esquina de nuestra habitación, la idea de reducir todas las experiencias a la oscilación de un Grabadibujos de tres botones podría parecer un poco absurda. ¿Qué sucedería con los sentimientos, con los niveles de pensamiento o con los sueños?[22]

22 La música se apagó en el silencio mientras la gruta se oscurecía completamente con excepción de la pared del frente que estaba brillantemente iluminada. La sombra del predicador se alzaba ante nosotros. Tras anunciar el texto, que sería Efesios, capítulo 3, versículos 17 y 18, comenzó a leer en un tono bajo y retumbante, que parecía salir directamente de la cabeza de la sombra: «... porque tú, que estás arraigado y apoyado en el amor, debes ser capaz de

Lo que trato de insinuar aquí es que quizá seamos, en un sentido muy real, seres de más de tres dimensiones. P. D. Ouspensky escribió algo muy interesante sobre esto en su ensayo *La cuarta dimensión,* en 1908.

«Si existe la cuarta dimensión, es posible una de estas dos alternativas. O bien nosotros poseemos la cuarta dimensión, es decir, somos seres de cuatro dimensiones, o bien sólo tenemos tres dimensiones y, en ese caso, no existimos en absoluto.

»Si existe la cuarta dimensión y nosotros sólo poseemos tres, esto significa que no tenemos existencia real y que sólo existimos en la imaginación de alguien, y que todos nuestros pensamientos, sentimientos y experiencias ocurren en la mente de algún ser de una dimensión superior, que nos imagina. Sólo somos producto de su mente, y todo nuestro Universo es sólo un mundo artificial creado por su fantasía.

»Si no estamos de acuerdo con esto, debemos reconocemos como seres de cuatro dimensiones.

«¿Acaso, mientras dormimos, no vivimos en un reino imaginario y fantástico donde todo es susceptible de transformación, donde no hay ninguna estabilidad que pertenezca al mundo físico, donde un hombre puede transformarse en otro o en dos al mismo tiempo, donde las cosas más insólitas parecen simples y naturales, donde los hechos a menudo ocurren en orden inverso, del final al principio, donde vemos las imágenes simbólicas de ideas y estados de ánimo, donde hablamos con los muertos, volamos por

---

comprender con todos los santos lo que es el ancho, y el largo, y la profundidad y la altura...».

Estaba demasiado oscuro para tomar notas, pero los párrafos siguientes resumen con precisión, creo, el contenido del notable sermón de Slade.

Nuestro Cosmos, el mundo que vemos, oímos y sentimos, es la «superficie» tridimensional de un vasto mar cuatridimensional...

¿Qué hay fuera de la superficie del mar? ¡Todo el otro mundo de Dios! La teología ya no se siente desconcertada por la contradicción entre la inmanencia y la trascendencia de Dios. El hiperespacio llega hasta todos los puntos del espacio tridimensional. Dios está más próximo a nosotros que nuestro aliento. Puede ver cada porción de nuestro mundo, tocar cada partícula sin mover un dedo a través de nuestro espacio. Sin embargo, el Reino de Dios está completamente «fuera» del espacio tridimensional, en una dirección en la que nosotros no podemos ni siquiera señalar. (Martin Gardner, *The Church of the Fourth Dimension [La Iglesia de la Cuarta Dimensión]*, 1962.)

los aires, atravesamos las paredes, nos ahogamos o nos quemamos, morimos y renacemos?

»Todo esto, considerado en su conjunto, nos demuestra que no tenemos necesidad de creer que los espíritus que aparecen o dejan de aparecer en las sesiones espiritistas deban ser los únicos seres posibles de cuatro dimensiones. Podemos tener muy buenas razones para decir que somos seres cuatridimensionales y que hemos sido vueltos hacia la tercera dimensión con sólo uno de nuestros lados, es decir, con sólo una pequeña parte de nuestro ser. Sólo esta parte de nosotros vive en la tercera dimensión, y somos conscientes tan sólo de esta parte como nuestro cuerpo. La mayor parte de nuestro ser vive en la cuarta dimensión, pero somos inconscientes de ella. O quizá sería más exacto decir que vivimos en un mundo cuatridimensional, pero somos conscientes de nosotros mismos sólo en un mundo tridimensional. Esto significa que vivimos en una clase de condición, pero nos imaginamos estar en otra.»

Para Ouspensky, la cuarta dimensión no era sólo un concepto espacial, sino también un tipo de conocimiento, una toma de conciencia de complejidades mayores y unidades superiores. Para él, el estudio matemático de la cuarta dimensión conducía, de manera natural, a la creencia en las enseñanzas del misticismo. En su forma más simple, estas enseñanzas son sólo dos: *Todo es Uno* y *El Uno es Incognoscible.*

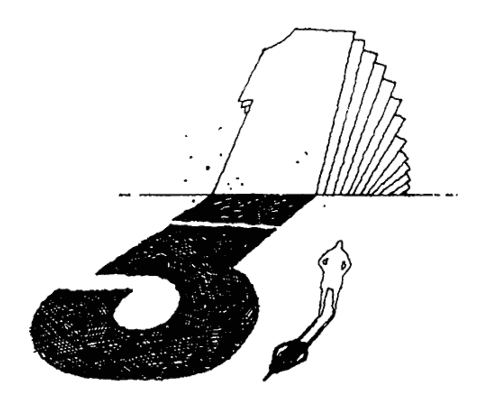


Fig. 63. Todo es Uno.

Podría preguntarse, ¿qué tienen que ver estos dos conceptos altisonantes con la cuarta dimensión? De manera muy sucinta, la primera idea significa que el espacio superior puede considerarse como la base de tejido conjuntivo que une los diversos fenómenos del mundo. Si nos elevamos hacia concepciones cada vez más y más altas del espacio, se tiende a un «Superespacio» ideal en el que todo —cerca y lejos, pasado y futuro, grande y pequeño, real e imaginario— está reunido en una gran Unidad.

En su ensayo Many *Dimensions (Muchas dimensiones),* de 1885, el gran filósofo del hiperespacio, Charles H. Hinton, habla de manera muy clara y brillante acerca de su identificación de la idea abstracta de «espacio» con el «Uno» del misticismo:

«No obstante, experimento por ellos (los místicos orientales) una simpatía interior, porque yo también, como ellos, tengo una comunión y deleite interior con un manantial que está por encima de todos los puntos y virajes y pruebas: un compañero interior, cuya presencia en mi mente durante media hora vale más para mí que todas las cosmogonías de las que he oído hablar, y comparado con el cual todos los pensamientos que he pensado son sólo insignificantes fragmentos impregnados de ignorancia y error. Cuál es su secreto (el de los místicos), no lo sé, el mío es muy simple: la comprensión interior del espacio.

»Y a menudo he pensado, mientras viajaba en tren, cuando entre las oscuras estaciones subterráneas los muchachos y los recaderos se inclinan sobre trozos de periódicos mal impresos y leen terribles historias, a menudo he pensado, decía, cuanto mejor sería si estuvieran haciendo lo que yo llamo «comunicarse con el espacio». Sería de un deleite, de un atractivo y de un interés infinitamente mayor; mucho más de lo que pueden ser estos grasientos y deslucidos periódicos, uniformes en sí mismos y en su contenido.

»Y, sin embargo, mirando los mismos periódicos impresos, mostrándome curioso, he observado más y más intensamente en ellos con un microscopio y he visto que en los trazos de tinta salpicados y en la textura fibrosa opaca, que cada parte era definida, exacta, absolutamente correcta y minuciosa y que, más y más profundamente, yacía una riqueza de forma y una variedad y amplitud de imágenes que pueden en un instante saltar a alturas más

elevadas de lo que yo, en mis sueños más extravagantes, he podido llegar a concebir.

»Y entonces me he sentido como se debe uno sentir si las oscuras aguas de una ciudad manufacturera se separaran de pronto y de ellas, en ellas y a través de ellas, estuviera por surgir Afrodita, radiante, luminosa, centelleante, abriéndose camino entre el humo hacia el cielo; porque allí, en estas marcas garabateadas y este papel arrugado, allí, si miras bien, está el mismo espacio, en todas sus infinitas determinaciones de formas.»

Así, para Hinton, el espacio en sí mismo es el medio a través del cual se puede captar la unidad del mundo. ¿Y qué sucede con la segunda enseñanza del misticismo, *El Uno es Incognoscible?* Aquí se debe aclarar en qué sentido se utilizará la palabra «conocer». Desde el punto de vista místico, el Uno es cognoscible, cognoscible en el sentido de que se puede sentir el espacio que nos rodea, cognoscible en el sentido de que podemos abrir nuestros corazones para sentir y apreciar el valor de la vida, de la belleza y del amor. Sólo para la mente *racional* el Uno es incognoscible.

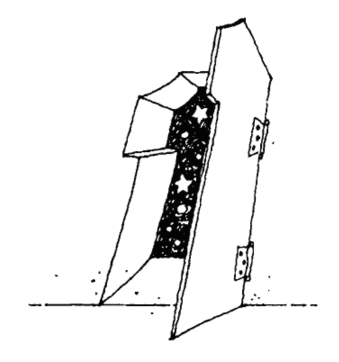


Fig. 64. El Uno es Incognoscible.

Ninguna ristra finita de símbolos humanos puede representar realmente la realidad última: se llame Dios, el Uno, lo Absoluto. Todo o lo que se quiera. La situación en este punto es bastante parecida a la que se presenta cuando se trata de entender un conjunto infinito, como el conjunto *N* de todos los números enteros (1. 2, 3...). Dada la noción de número, se tiene

una idea bastante buena de lo que es N; este entendimiento superior es comparable con el conocimiento místico de Uno. Pero, si insistimos en lograr una lista completa y explícita de miembros, entonces, el conjunto N estará siempre fuera de nuestro alcance: esto es comparable a la incapacidad de la mente racional para comprender por completo el Uno.

En la extensa cita siguiente (también de *Muchas dimensiones*), Hinton explica el sentido en que el espacio, a su nivel más profundo, sólo puede ser entendido por el corazón y no por el cerebro.

«Y, en realidad, el espacio es hermoso. Todos sabemos que el espacio es infinito en magnitud; se extiende ilimitadamente en todas direcciones.

»Y cuando observamos con sosiego el espacio, él nos dice de inmediato que tiene infinitas dimensiones.

»Y, sin embargo, tanto en magnitudes como en dimensiones, hay algo artificial.

«Para medir, debemos comenzar por alguna parte, pero en el espacio no hay «alguna parte» señalada para que comencemos por allí. Esta medición, después de todo, es algo extraño al espacio, introducido por nosotros para nuestra conveniencia.

»Y, en cuanto a las dimensiones, para poder enumerar y tener conocimiento de las diferentes dimensiones, debemos fijar una línea en particular para empezar y luego, en base a ella, trazar otras líneas perpendiculares a ésta.

«Pero la primera línea puede ser trazada en un número infinito de direcciones. ¿Por qué escoger una en particular?

»Si elegimos una línea particular, hacemos algo arbitrario, por nuestra propia voluntad y decisión, no algo que viene dado de manera natural por el espacio.

»No es de extrañarse, entonces, que si elegimos este curso de acción nos comprometemos a una tarea interminable.

»Sentimos que todos estos esfuerzos, necesarios como son para nosotros para aprehender el espacio, no tienen nada que ver con el espacio en sí. Introducimos algo propio y nos perdemos en las complejidades que esto origina.

»No seamos como esos sacerdotes egipcios que adoraban a una velada divinidad que cubrían y envolvían con vestimentas cada vez más ricas y la engalanaban con hermosos atavíos.

»Del mismo modo, nosotros envolvemos el espacio con nuestras vestimentas de magnitud y nuestros atavíos de dimensiones.

»Hasta que, de pronto, la divinidad se agita con un leve movimiento de hombros y los atavíos y las vestimentas caen al suelo y la dejan desnuda, revelada, pero invisible, imposible de ver, aunque, de algún modo, se percibe su presencia.

»Y éstas no son palabras vacías. Ya que el único espacio que no es de esta o de aquella forma, ni tiene esta o aquella figura, sino que debemos conocer cada vez que observamos el más mínimo detalle del mundo visible, este espacio sí puede ser aprehendido. No son las formas y las cosas que conocemos, sino el espacio el que debe aprehenderse en ellas.

»La verdadera percepción y adoración del espacio reside en captar la gran variedad de detalles de forma y figura, todos los cuales, en su exactitud y precisión, pasan a constituir la gran comprensión.

»Y debemos recordar que esta comprensión no reside en hablar de ello. No puede transmitirse por descripción.

«Debemos guardamos de la actitud de quedamos boquiabiertos sólo porque hay tantos mecanismos que no entendemos, pero la geometría y las matemáticas sólo surgen allá donde nosotros, de una manera imperfecta, al introducir nuestras propias limitaciones, tratamos de lograr el conocimiento de la naturaleza inescrutable.

»Si queremos adelantar sin cesar hasta que las magnitudes y las dimensiones desaparezcan, ¿no es esto algo que ya hemos hecho antes? Esa realidad donde las magnitudes y las dimensiones desaparecen, es simple y está a nuestro alrededor. Porque en este proceso de adelantar sin cesar nos perdemos a nosotros mismos, pero hallamos la pista de nuevo en la comprensión de los actos más simples de la bondad humana, en el reconocimiento más rudimentario del alma de otro ser humano en la que no hay ni magnitud ni dimensión, y. no obstante, es real.»

El autor de este extraño y apremiante párrafo tuvo, en el contexto de su tiempo, una vida igualmente extraña.

Charles Howard Hinton, a quien su familia llamaba Howard, nació en Londres en 1853. Su padre, James, fue un escritor conocido, que en el transcurso de su vida pasó de ser cirujano

del oído a filósofo religioso y adalid de una nueva moral sexual. En sus últimos años. James Hinton se las compuso para tener un círculo de admiradoras, la mayoría de las cuales tuvo relaciones íntimas con él. Uno de sus dichos era: «Jesucristo fue el Salvador de los hombres, pero yo soy el salvador de las mujeres, ¡y no Le envidio en lo más mínimo!»



Fig. 65. «Los menores detalles del mundo visible».

Howard obtuvo su licenciatura en Artes en Oxford, en 1877, y poco después se casó con Mary Boole, hija del famoso lógico que inventó el «álgebra booleana». En 1880, Hinton obtuvo un nombramiento como profesor de ciencias en la Uppingham School, mientras continuaba trabajando para obtener la licenciatura en matemáticas.

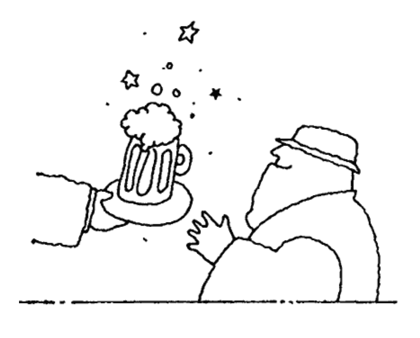


Fig. 66. «Los actos más simples de bondad humana.»

A pesar de su educación. Hinton se sintió algo desorientado ya que no pudo llegar a tener ningún conocimiento en profundidad. No se sabe por qué razón, se le ocurrió la idea de memorizar una yarda cúbica de cubos de una pulgada. Es decir, cogió un bloque de 36 × 36 × 36 cubos, asignó un nombre latino de dos palabras (p. ej. *Gians Frenum)* a cada una de las 46.656 unidades y aprendió a usar esta red como una especie de «papel cúbico». De este modo, cuando quería visualizar alguna estructura sólida, lo hacía ajustando su tamaño para que cupiera en su yarda cúbica. Entonces podía describir la estructura comprobando la lista de celdas que ésta ocupaba. (Aunque esto parezca increíble, en realidad no es imposible; Hinton tenía un sistema que reducía la cantidad de hechos a 216.)

Esta idea, insensata en apariencia, resultó ser una fantástica fuente de inspiración para Hinton, porque lo que en verdad hizo fue crear en su mente el tipo de «retina tridimensional» que tendría un ser cuatridimensional (como se ha visto en el capítulo 3). Alguna inspiración misteriosa guió a Hinton por la senda correcta y a continuación tuvo la idea de aprender su bloque de cubos en cada una de sus veinticuatro posibles orientaciones (seis posiciones para la cara de base por cuatro posiciones para la cara frontal).

El resultado de esto fue que Hinton estuvo en condiciones de coger un objeto tridimensional y ver sus partes en términos de qué está próximo a qué y se liberó así de nuestros conceptos limitativos del espacio de frente-atrás y arriba-abajo. Después de esto, dio el paso final y eliminó el concepto de izquierda-derecha, llegando así a una visión perfectamente cuatridimensional del mundo (como se discutió en el capítulo 4). Hinton pudo entonces, sin dificultad, visualizar todas las secciones transversales de un hipercubo, despreocupado de que estas secciones fueran o no las imágenes reales o su reflejo en el espejo, según de qué lado del hipercubo se encontraran con relación a nuestro espacio.

A medida que su comprensión de la cuarta dimensión aumentó, Hinton se puso a escribir sobre ella. El primer ensayo suyo que se publicó, *What Is the Fourth Dimension? (¿Qué es*

la cuarta dimensión?), apareció en 1880 en la *Dublin University Magazine*, fue reimpreso en la *Cheltenham Ladies' College Magazine* de septiembre de 1883 y, por último, se publicó como un folleto con el torpe subtítulo comercial de *Ghosts Explained (Explicación de los fantasmas),* por Swann Sonnenschein & Co., en 1884. En el período 1884-1896, Swann Sonnenschein publicó nueve folletos de Hinton que después se reunieron en dos volúmenes con el título de *Scientific Romances (Fantasías científicas).* Algunas de las obras eran ensayos sobre la cuarta dimensión, y otras eran lo que hoy llamaríamos cuentos de ciencia ficción.

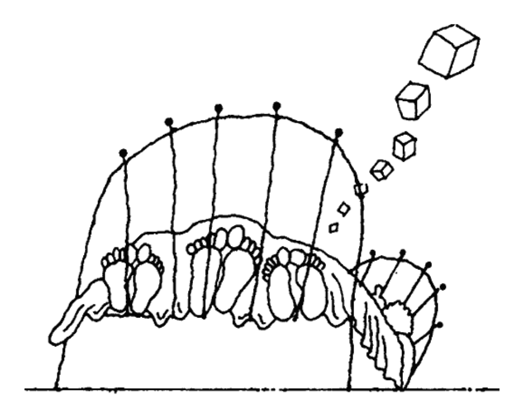


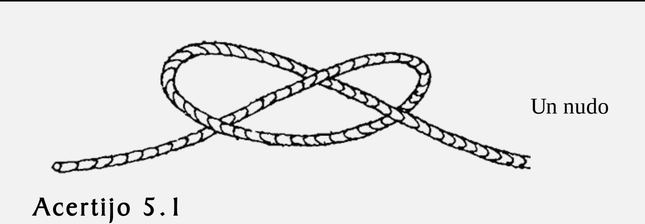
Fig. 67. Hinton era bígamo.

Hinton podía haber gozado de una vida cómoda, como la de su padre: la vida de un escritor respetado por los intelectuales y amado por muchas mujeres. Pero, en 1885, ocurrió el desastre. Charles Howard Hinton fue detenido por bigamia al haberse casado con una mujer llamada Maude Weldon, con la que había pasado una semana en el King’s Cross Hotel y con la cual tuvo mellizos. El director de Uppingham había creído hasta ese momento que Maude Weldon era la hermana de Hinton ya que, aparentemente, era una invitada habitual de Howard y su mujer, Mary. Por supuesto, perdió el empleo. Su carrera quedó arruinada. Cuando se presentó para la sentencia, en 1886, el magistrado lo dejó marchar, después de cumplir un

arresto simbólico de tres días. Poco después de esto, Howard, Mary y sus hijos se trasladaron a Japón, donde él ocupó un puesto de profesor de secundaria en una escuela de Yokohama.

El tormento que esto debió significar para Hinton, está descrito en dos de sus cuentos fantásticos: *Stella* y *An Unfinished Communication (Una comunicación inconclusa). Stella* relata la historia de una chica cuyo tutor la ha hecho invisible para que no caiga en las trampas de la vanidad y del amor físico. Sin embargo, Stella encuentra un amante que la obliga a usar ropas y maquillaje de modo que todos puedan verla. Es fácil imaginar que Maude Weldon es el modelo para Stella.

Una comunicación inconclusa es una historia realmente muy extraña. Cuenta que un hombre desesperado busca los servicios de un «Olvidador», un hombre que puede hacerle olvidar su horrible pasado. El Olvidador acentúa la importancia de vivir de manera abierta y de compartir los secretos, algo que Hinton debió desear con desespero cuando se hundía más y más profundamente en la ciénaga creada por sus intentos de vivir de acuerdo con la filosofía de su padre.


Un nudo

Acertijo 5.1

Una línea o un cordel sólo pueden anudarse en el espacio 3-D: ningún cordel puede anudarse en el espacio 2-D, y ningún nudo permanecerá atado en el espacio 4-D. ¿Por qué? En el espacio 4-D es posible anudar un plano ¿Puede usted imaginarse cómo? Solución

Cuando Hinton partió para Japón, dejó un manuscrito en manos de dos amigos. Este libro, A *New Ero of Thought (Una nueva era de pensamiento)*, apareció en 1888. Hinton describe en él con detalle su sistema para aprender a pensar de manera

cuatridimensional mediante la manipulación de un conjunto de ochenta y un cubos de colores, cubos que representan las ochenta y una partes del hipercubo de 3 × 3 × 3 × 3. Hinton se muestra confiado aquí y afirma que «el problema particular en que he estado trabajando durante más de diez años, ha sido resuelto por completo. Es posible que la mente adquiera una concepción del espacio superior tan adecuada como la de nuestro espacio tridimensional, y que la use del mismo modo».[23]

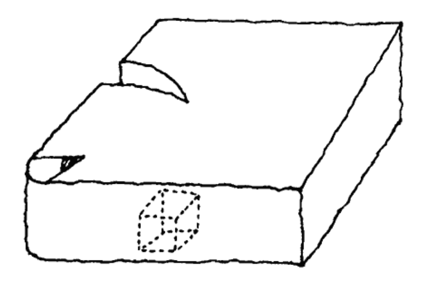


Fig. 68. Cuadrado Grueso con imagen mental del Cubo A.

En *Una nueva era de pensamiento,* explica también *por qué* sería posible que nosotros formuláramos pensamientos 4-D. La

23 Aunque a causa de su entusiasmo por la metageometría nunca tuvo mucho éxito como profesor en sus empleos educativos, hizo muchos amigos y en Princeton se hizo estimar por los alumnos con una de las bromas más notorias que se hayan llevado a cabo allí. Fue justo después del perfeccionamiento de la pistola de béisbol. Invitó a la facultad y a los alumnos a una conferencia en la que hizo una demostración de este artefacto y describió la teoría científica en que se basaba. Mientras estaba en el estrado, la conferencia fue interrumpida por la llegada de un mensajero de correos que avanzó por el pasillo y llamó al profesor para entregarle una carta certificada. Como había sido la víctima de muchas bromas de los alumnos, que lo habían ridiculizado de acuerdo con la costumbre que se estilaba en Princeton, los asistentes se prepararon para alguna diversión absurda. Después de protestar por la interrupción, pero incapaz de despachar al mensajero, el profesor Hinton pidió permiso para leer una carta que era tan importante como para demandar su atención en tal momento. Leyó en voz alta, y ya había pasado dos páginas en las que se describía un partido de béisbol del año *1950,* antes de que los alumnos descubrieran que la broma era para ellos. (Gelett Burgess. *The Late Charles H Hinton [El difunto Charles H. Hinton],* 1907.)

gente a veces cree que, puesto que nuestro cerebro está formado por redes de neuronas 3-D, resulta trivial pensar que es posible modelar formas 4-D en ese cerebro. Pero, replica Hinton, ¿no es posible que nuestro espacio tenga un tenue hiperespesor 4-D? Si esto es lo que ocurre, los pequeños fragmentos de materia que codifican nuestros pensamientos pueden tener libertad para formar verdaderos modelos 4-D, y el pensamiento 4-D se logra con facilidad.

En un tiempo, fue posible comprar conjuntos de cubos de Hinton, que vendía su editor. Yo me construí un conjunto una vez, y me decepcionó bastante. Jugar con cubos coloreados no es la mejor manera de empezar a pensar en forma cuatridimensional.

El año 1893 encontró a Hinton en la Universidad de Princeton, como instructor en el departamento de matemática. Por extraño que parezca, Hinton, mientras estuvo en Princeton, dedicó la mayor parte de sus energías a inventar una «pistola de béisbol». El objetivo de tal pistola era que los jugadores de Princeton practicaran durante la semana bateando pelotas realmente muy rápida sin necesidad de que los lanzadores tuvieran que fatigar sus brazos. La pistola podía disparar una pelota de béisbol a velocidades de hasta setenta millas por hora (112 km/h), y dos dedos de acero cubiertos de caucho, que se adosaban a la boca del arma, hacían posible disparar también curvas.

Al poco tiempo, Hinton fue despedido y encontró un nuevo trabajo en la Universidad de Minnesota. En 1900, dejó Minnesota para dirigirse a Washington, D.C., donde trabajó primero en el Observatorio Naval y luego en la Oficina de Patentes. Su fiel esposa Mary lo siguió a través de todas estas peregrinaciones y le dio cuatro hijos; en Washington se dio a conocer como conferenciante sobre poesía.

Hinton murió súbita y dramáticamente a la edad de cincuenta y cuatro años, en 1907. Un periódico contemporáneo titulaba así el artículo sobre su muerte: *Un científico cae muerto*, y describía cómo Hinton había muerto de pronto cuando cumplía con el pedido del maestro de ceremonias, que había solicitado un brindis para las «mujeres filósofos», en el

banquete anual de la Sociedad de Investigaciones Filantrópicas de Washington, D.C.

Charles Howard Hinton tuvo una existencia turbulenta y variada. Quisiera creer que lo que lo sostuvo a través de toda ella fue esa visión mística del espacio de la que disfrutó cuando era joven.

Espero que a esta altura, la mayoría de los lectores tengan ya alguna idea de la cuarta dimensión como un concepto interesante en sí mismo. En las partes II y III de este libro procederemos a ver cómo puede usarse la cuarta dimensión para comprender la verdadera naturaleza del espacio, de la materia, del tiempo y de la mente.

SEGUNDA PARTE

EL ESPACIO

VI. DE QUÉ ESTAMOS HECHOS

Estamos acostumbrados a considerar que el mundo está constituido de porciones de materia que flotan en el espacio vacío. La materia es algo, y el espacio no es nada. Pero, ¿es esto correcto en realidad? En el pasado, muchos pensadores importantes sostuvieron que el espacio comprendido entre los objetos visibles estaba ocupado por un material más sutil, una sustancia fluida y uniforme, el «plenum universal», o *éter*.

En nuestros días no se habla mucho del éter. Pero en el siglo XIX el concepto era un lugar común, como «campo» lo es hoy. En su artículo sobre el éter para la novena edición de la *Encyclopaedia Britannica*, James Clerk Maxwell (1831-1879), fundador de la moderna teoría del electromagnetismo, escribió:

«Cualesquiera que sean las dificultades que tengamos en formarnos una idea consistente de la constitución del éter, no cabe ninguna duda de que los espacios interplanetarios e interestelares no están vacíos, sino que están ocupados por una sustancia material o cuerpo, que es, sin duda, el cuerpo más grande y probablemente más uniforme del que tenemos conocimiento.»

Pero, ¿por qué preocuparse en llenar el espacio de éter? ¿Qué hay de malo en que el espacio sea un medio vacío en el cual se mueve la materia? Un problema que se plantea es que si el espacio está verdaderamente vacío, resulta difícil entender cómo se transmiten las fuerzas gravitacionales. Isaac Newton expuso su famosa ley de la gravedad como una descripción cuantitativa de la fuerza gravitacional, pero muy consciente de que carecía de un conocimiento de la manera en que estas fuerzas podían actuar en el espacio vacío. A finales del siglo XVII, Newton se lamentaba:

«Es inconcebible que la materia bruta inanimada, sin la mediación de algo más que no es material, pueda afectar a otras materias con las que no tiene contacto alguno. Que un cuerpo pueda

actuar sobre otro a distancia, a través del vacío, sin la mediación de nada más... para mí es un absurdo tan grande, que creo que ningún hombre, que tenga la facultad de pensar de manera competente sobre materias filosóficas, puede caer jamás en él.»

Como veremos en seguida, la moderna teoría de la gravedad comprendida en la teoría general de la relatividad de Einstein utiliza una especie de «éter que llena el espacio» para explicar de qué modo los cuerpos afectados por la gravedad pueden influir los movimientos de objetos que se hallan lejos. Para Einstein, el éter continuo es simplemente espacio en sí, y la flexión de este éter en dimensiones más altas es lo que produce la atracción gravitacional. Pero, me estoy adelantando.[24]

A finales del siglo XVIII, Thomas Young y Augustin Fresnel sostuvieron con éxito la teoría de que la luz es un tipo de movimiento ondulatorio y no un flujo continuo de partículas. Una serie de efectos ópticos, como la difracción y la polarización, parecían indicar que la luz debía ser una vibración en un medio fundamental. Se supuso que el espacio exterior estaba lleno de un «éter luminífero» que transmitía el movimiento ondulatorio que es la luz. En el transcurso del siglo XIX, este éter llegó a considerarse asimismo el transmisor de fuerzas magnéticas y eléctricas.

En la actualidad, nos sentimos cómodos con la idea de la mecánica cuántica de que la luz es onda y partícula. Un fotón es un pequeño paquete ondulante, aunque sólido, y que puede

---

24 Hemos supuesto, en el caso de un mundo plano, que la superficie en la que tienen lugar los movimientos es inerte, excepto por sus vibraciones. Es, simplemente, un soporte uniforme.
Para que resulte más sencillo, daremos a esta superficie el nombre de «el éter» cuando se trate de un mundo plano.
El éter que hemos imaginado como una lámina uniforme y delgada, no tiene una estructura definida pero, si es excitado por perturbaciones reales de la materia que está sobre él, produce vibraciones que transmiten el efecto de estas perturbaciones, como luz y calor, a otras porciones de materia.
Ahora bien, es posible adoptar un punto de vista del éter completamente distinto en el caso de un mundo plano.
Imaginemos que, en lugar de que el éter sea una lámina uniforme que sirve simplemente como soporte, presente, por el contrario, estrías y marcas. (Charles H. Hinton, *A New Era of Thought [Una nueva era de pensamiento]*, 1888.)

zumbar a través del espacio vacío sin la ayuda de ninguna invisible jalea vibratoria. Sólo para comprender lo extraña que ha llegado a ser la noción de éter lumínico, tratemos de imaginar un salón del siglo XIX del que se hubiera extraído todo el éter lumínico. ¡Los mecheros de gas están prendidos, pero nadie puede verlos! Una fuente luminosa sin éter luminífero que transporte las vibraciones de la luz sería como una campana tañendo en silencio en un recinto en el que se hubiera hecho el vacío.

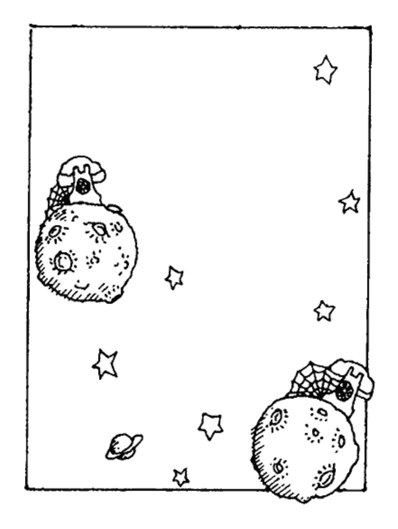


Fig. 69. ¿Cómo enviamos señales a través del vacío?

La idea de una habitación vaciada de éter es, por supuesto, completamente irreal, ya que la mayoría de los teóricos del éter creían que la materia común ofrece una estructura abierta al éter. Según las propias palabras de Thomas Young, el éter podría pasar a través de los objetos sólidos, «como el viento a través de los árboles de un bosquecillo». Si éste es el caso, las paredes de ninguna sala podrían evitar que el éter penetrara en ella.

La idea de un viento de éter que soplara a través de nuestro cuerpo resulta refrescante. A veces, de pie en la cima de una venteada colina, tengo la ilusión de que el aire sopla a través

mío y aventa el polvo de mis moléculas. Si consideramos que el éter es lo mismo que el espacio, parecería que tuviera sentido pensar que el éter sopla a través nuestro al desplazarnos por el espacio.

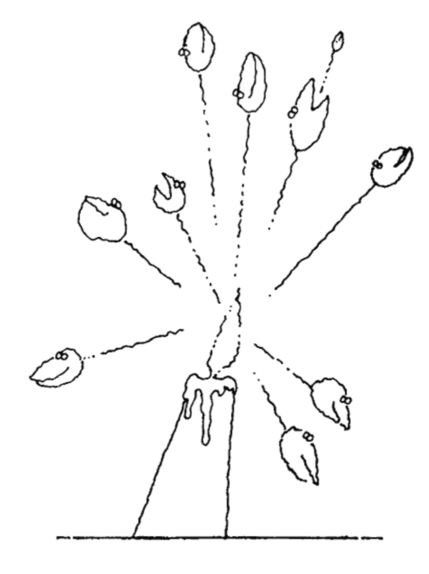


Fig. 70. Dualidad onda-corpúsculo.

Pero, ¿tiene esto *realmente* sentido? Podemos, sin duda, movemos con relación a otros objetos, pero, ¿el espacio es la clase de cosa respecto a la cual puede uno desplazarse? La respuesta, por supuesto, es *no.* En algunas ocasiones, se oye decir que los físicos modernos han probado que no hay éter. Lo que significa esto en realidad es que los físicos modernos han probado que no tiene sentido hablar de movimiento relativo en un espacio vacío. ¿Y cómo sucedió esto?

Hacia finales del siglo XIX, físicos y astrónomos se interesaron en determinar el movimiento absoluto de la Tierra. La idea predominante suponía que el espacio estaba lleno de éter estancado, inmóvil, de modo que, como nuestra Tierra y nuestro Sistema Solar y nuestra Galaxia, daban tumbos por ahí, nosotros debíamos sentir algún tipo de brisa de éter en nuestros rostros. La dirección en que la brisa se percibiría con mayor

fuerza sería así la dirección en la que realmente nos desplazamos.

«Sentir la brisa» es, por supuesto, una manera metafórica de hablar: la verdadera técnica experimental consistió en medir la velocidad de la luz en varias direcciones. La velocidad de la luz sería mayor cuando el desplazamiento fuera a favor de la brisa de éter, y menor cuando el desplazamiento fuera directamente opuesto a ella.

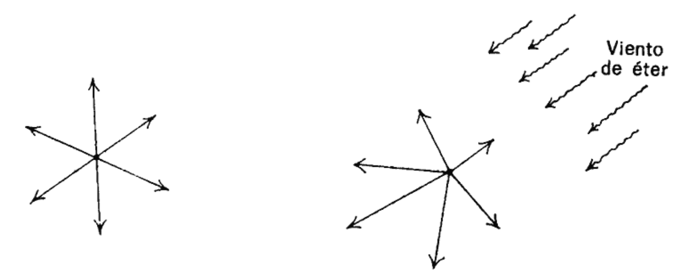


Fig. 71. Una fuente de luz, con y sin viento de éter.

Se hicieron numerosos intentos para medir el movimiento de la Tierra a través del éter, el más famoso de los cuales fue el conocido experimento de Michelson-Morley de 1887. Los resultados indicaron que una señal luminosa viajaba siempre a la misma velocidad, con independencia de la dirección que siguiera. Buscar el viento de éter mediante la medición de las velocidades de los rayos de luz es como sacar una bandera de una nave espacial para ver en qué dirección nos movemos. No sucede nada: no hay aire en el espacio exterior y, por tanto, tampoco hay viento.

Después de los resultados negativos del experimento de Michelson-Morley, algunos físicos esperaban encontrar todavía alguna manera alternativa de medir el movimiento de la Tierra por el espacio y el éter. Pero, la mayoría de los científicos comenzaron a sospechar que no hay, ni siquiera en principio, ninguna posibilidad de detectar un viento de éter. En 1905, Albert Einstein ya planteó esta hipótesis y expuso su importan-

tísima teoría de la relatividad restringida. Esta teoría, que discutiremos con más detalle en el capítulo 9, se basa en dos suposiciones:

1) La velocidad de la luz es siempre la misma, y 2) no hay modo de detectar el movimiento absoluto.

La primera suposición estaba bien establecida, hacia 1905, por experimentos como los de Michelson y Morley. La segunda, es la que representaba una manera totalmente nueva de considerar las cosas. Según Einstein, *no* hay *modo posible de detectar el movimiento a través del espacio vacío.* Salta aquí desde un hecho experimental (que medir la velocidad de los rayos de luz no revela un viento de éter) a una hipótesis universal (que ningún experimento posible puede detectar jamás un viento de éter).

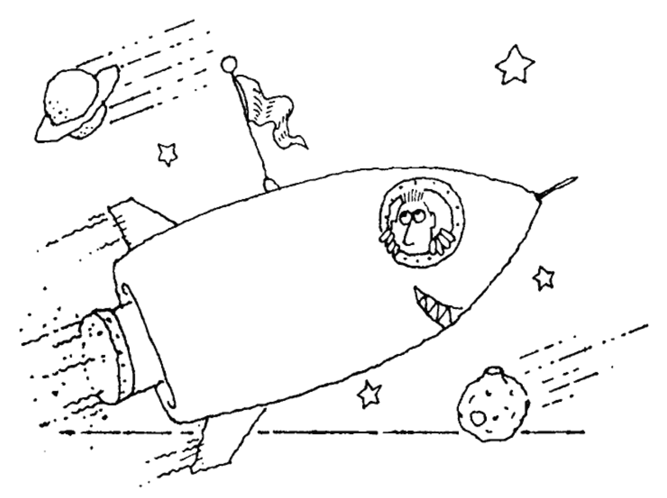


Fig. 72. Sin aire, no hay viento.

La mayoría de nosotros sonreímos cuando oímos hablar del concepto de éter del siglo XIX, pero es importante darse cuenta que nosotros en tanto en cuanto consideramos el espacio como algo existente por derecho propio, también tenemos un concepto del éter. El espacio vacío es el éter, el éter es el espacio

vacío. Pero, entonces, ¿cuál es el sentido de la segunda hipótesis de Einstein con respecto al éter? Esto es lo que Einstein escribió sobre este punto en su ensayo de 1920 *Éter* y *relatividad*.

«Una reflexión más cuidadosa nos revela que la teoría de la relatividad restringida no nos obliga a negar al éter. Podemos suponer la existencia de un éter; sólo que debemos abandonar la idea de atribuirle un estado de movimiento.

»Consideremos las olas en la superficie del agua. Aquí podemos describir dos cosas completamente diferentes. Podemos observar que la superficie ondulatoria que forma el límite entre el agua y el aire se altera con el paso del tiempo; o bien (con la ayuda de pequeños flotadores, p. ej.), podemos observar que la posición de las distintas partículas de agua se altera en el curso del tiempo. Si la existencia de estos flotadores para rastrear el movimiento de las partículas de un fluido fuera una imposibilidad fundamental en física, si, de hecho, sólo pudiera observarse la forma del espacio ocupado por el agua a medida que cambia en el tiempo, no tendríamos bases para suponer que el agua está compuesta de partículas móviles. Pero, de todos modos, podríamos caracterizarla como un medio.

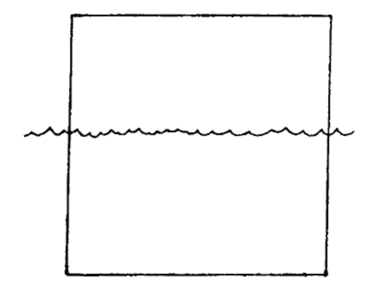


Fig. 73. El espacio es como la superficie del mar.

»Generalizando, podemos decir lo siguiente; Puede suponerse que hay objetos físicos a los cuales no se les puede aplicar la idea de movimiento. No pueden considerarse compuestos de partículas que permiten rastrearse por separado en el tiempo. La teoría de la relatividad restringida prohíbe que supongamos que el éter está compuesto de partículas observables en el tiempo, pero la

hipótesis del éter en sí misma no contradice la teoría de la relatividad restringida »

El lector se preguntará por qué Einstein se toma la molestia de realizar tales contorsiones intelectuales. Si el éter no está formado por partículas precisas que puedan seguirse, entonces, ¿por qué preocuparse por él? ¿Por qué no seguir adelante y decir que el espacio vacío es simplemente la nada? Volvamos a Planilandia en busca de una respuesta.

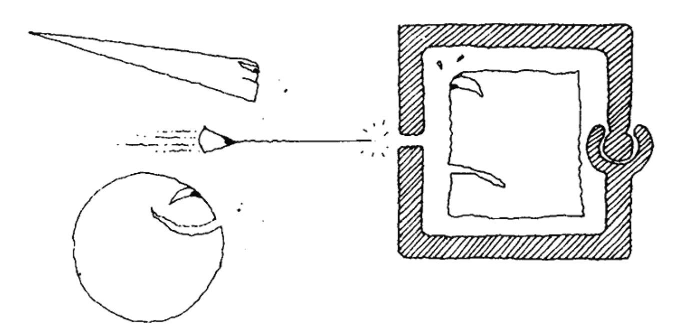


Fig. 74. Cuadrado A a punto de ser guillotinado.

El Círculo Jefe decide dejar que su mujer ejecute a Cuadrado A... Ella es un segmento sediento de sangre, dispuesta y descosa de cortar al pobre Cuadrado por la mitad. Nuestro héroe es encadenado en una pesada caja que sólo tiene una abertura. La Reina se precipita hacia delante, con su afilada punta centelleante. Introduce su punta por la pequeña abertura de la caja, embiste con fuerza y vuelve a embestir para más seguridad. Pero, cuando abren la guillotina. Cuadrado A está tan campante. ¿Qué ha sucedido?[25]

25 Por desgracia, la pasión del momento predomina, en el Sexo Débil, sobre toda otra consideración. En sus accesos de furia no recuerdan ningún derecho ni reconocen ninguna distinción. He sabido de un caso en que una Mujer exterminó a toda su familia y, media hora más tarde, cuando se había disipado su cólera y se habían recogido los restos, preguntó qué había sido de su marido y de sus hijos...
Ni siquiera en nuestras familias más ordenadas y más aproximadamente Circulares puedo decir que el ideal de vida familiar sea tan elevado como lo es

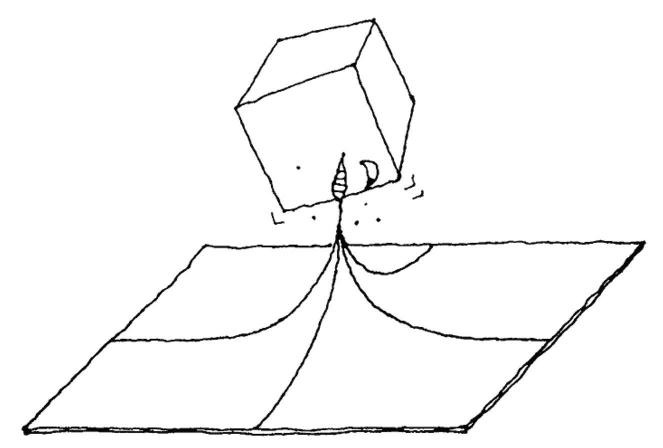


Fig. 75. Cubo A estirando el espacio de Planilandia.

Para comprender qué ha sucedido, debemos empezar por considerar que el espacio de Planilandia es algo parecido a una lámina de caucho o, mejor, como algo semejante a una enorme e irrompible película jabonosa. Si el Cubo A coge un trozo del espacio de Planilandia y tira de él hacia arriba, puede estirar un poco de espacio, que se hará más grande de lo que uno se imagina. Y esto es exactamente lo que hizo. El Cubo A aferró un trozo de espacio de dentro de la guillotina y lo estiró con todas sus fuerzas. El cuerpo de treinta centímetros de la Reina no era lo suficientemente largo para extenderse por encima de la protuberancia del espacio y alcanzar a Cuadrado A. Así es como lo vio Cuadrado A (cito otra vez del imaginario *Further Adventures of A Square*).

«Si mi relato de lo que sucedió resulta confuso, sólo puedo decir que esta confusión refleja lo que yo y mis conciudadanos percibimos.

entre vosotros, en Espacilandia. Existe cierta paz, hasta donde la ausencia de matanzas pueda llamarse así, pero no hay mucha armonía ni en los gustos ni en las preferencias... (Edwin A. Abbott, *Flatland,* 1884.)

»E1 Cubo me llamó desde el Espacio cuando la Caja de la Guillotina se cerraba a mi alrededor. Riéndose, me dijo que me mantuviera tranquilo y de buen humor, lo cual, en mi desdichado estado, parecía ser un pedido frívolo e incluso descortés.

»A medida que la Reina se acercaba, una curiosa tensión estremeció todo mi Ser. La caja a mi alrededor pareció ampliar sus Dimensiones. De algún modo, el orificio en la pared de la Caja se hizo tan lejano que la anhelante punta de la Reina no pudo alcanzar mi temblorosa carne.

»Los Aguijones afilados de las Mujeres son todo menos débiles, y la Reina no se dio cuenta de su fracaso. Gritando que la Ejecución se había cumplido, se retiró. Un Isósceles quedó encargado de abrir la Caja.

«Pero, antes de que esto se cumpliera, fui volteado sobre mi Eje central. Mi noble Arquetipo, el Cubo, me había restituido a mi Orientación original. Mientras yo balbuceaba mi agradecimiento, él tomó otra precaución, consumó un Hecho irrevocable que ha garantizado mi seguridad desde entonces. Se abalanzó sobre el cuerpo del execrable Círculo y destrozó el corazón del Tirano.»

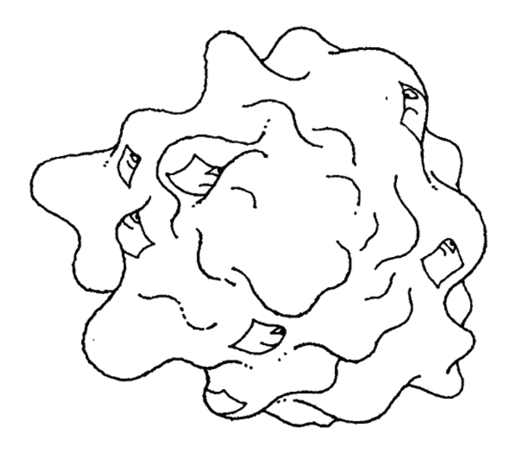


Fig. 76. Un espacio cubierto de protuberancias.

Lo que sacamos en conclusión de esta historia es que si consideramos que el espacio está formado por una continua gelatina etérea, adquiere sentido hablar de estirarlo o distorsionarlo. Si bien, como enfatiza Einstein, no debemos considerar que el espacio está formado de partículas, tiene sentido considerar que el espacio tiene protuberancias y ondulaciones. No tiene sentido decir que una determinada protuberancia se mueve en este o en aquel sentido, pero puede observarse cómo las protuberancias se mueven unas en relación a otras.

Las protuberancias en el espacio (en el espacio-*tiempo,* para hablar con precisión), pueden usarse para explicar la atracción gravitacional. La teoría de la relatividad general de Einstein de 1915, incorpora una teoría de la gravedad que puede entenderse mejor si decimos que: 1) la materia y la energía distorsionan el espacio, y 2) las distorsiones del espacio afectan los movimientos de la materia y la energía. El éter, o el espacio, sirve por tanto de medio para transmitir los efectos gravitacionales. La masa afecta el espacio, el espacio afecta la materia. Veamos cómo.

Debemos imaginar que el espacio que está alrededor de un cuerpo sólido cualquiera, se estira. Cuanto más densa es la masa, más se estirará. Una buena imagen de cómo se produce esto es colocar una bola de billar sobre una lámina elástica de caucho. La lámina se hundirá alrededor de la bola. O, si no, podemos imaginar un globo de helio debajo de la lámina, que la hará combarse hacia arriba (como se indica en la fig. 77). El «arriba» o «abajo», no importa aquí; lo que interesa destacar es que la presencia de materia estira el espacio.

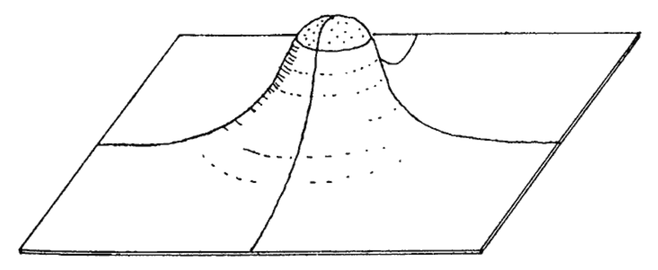


Fig. 77. Un cuerpo masivo forma una protuberancia en el espacio.

Ahora, tratemos de comprender en qué forma la curvatura del espacio afecta el movimiento de las partículas en el mismo. Si elegimos que la partícula en movimiento sea un fotón, una pequeña porción de luz, el ejemplo puede resultar bastante simple.

De ordinario, consideramos que la luz se mueve a lo largo de líneas rectas. Pero, si el espacio es curvo, no hay algo como una línea *verdaderamente recta.* Sin embargo, la luz se mueve a lo largo de las líneas *más rectas posibles.* Del mismo modo, podemos decir que un rayo luminoso que va del punto A al punto B siempre irá por el *camino más corto posible* entre A y B.

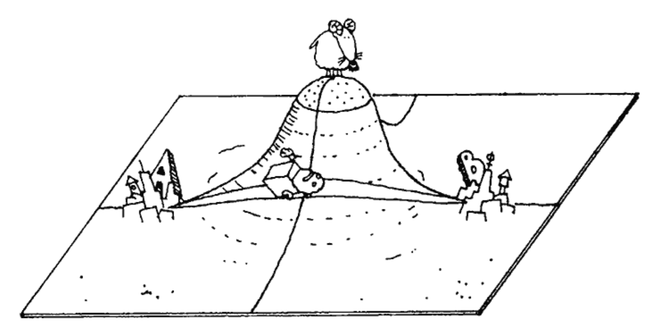


Fig. 78. El camino más corto entre A y B.

Si entre A y B hay una gran protuberancia, el camino más corto no será directamente por encima de la protuberancia. El camino más corto será, no el que pasa sobre el promontorio, sino el que, evitándolo, lo rodea. Esto es bastante fácil de entender si, como en la figura 78, consideramos que A y B son pueblos separados por una montaña. El camino más corto entre los dos pueblos será a lo largo de la línea curva.

Si miramos este camino desde arriba, parece, exactamente, como si la atracción gravitacional del objeto sólido hubiera *arqueado* el rayo de luz, *tirando* de él. Sin embargo, lo que realmente ha ocurrido es que la masa ha estirado el espacio, de modo que el camino más corto entre A y B presenta un pandeo

en él. La curva gravitacional del camino de los objetos materiales puede ser también explicada de este modo, aunque en este caso la situación es un poco más complicada.

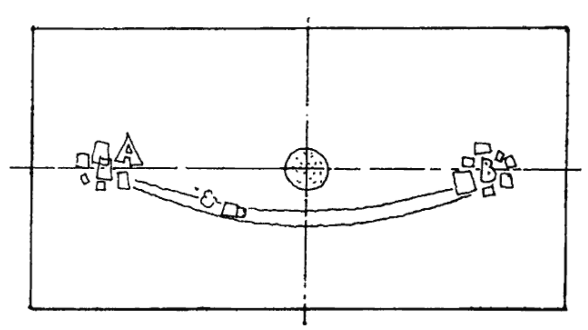
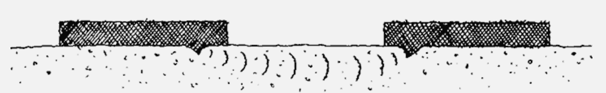


Fig. 79. El camino más corto entre A y B. visto desde arriba.



Vista lateral de la telepatía de Astria.

Acertijo 6.1

En Astria, la versión de Planilandia de Charles H. Hinton, se supone explícitamente que las criaturas de dos dimensiones tienen un pequeño espesor y que se deslizan sobre una superficie dura. Son como rodajas de fiambres en una bandeja plana del espacio, un espacio que sirve como un medio elástico para transmitir todo tipo de vibraciones. En las profundidades del tejido de su cuerpo, todo astriano tiene una pequeña protuberancia afilada tridimensional, una especie de «vibrador astral». Este vibrador, del tamaño aproximado de una aguja fonográfica, oscila con el ritmo de los pensamientos de cada astriano, de modo que establece vibraciones simpáticas en el espacio subyacente. Cualquier otro astriano que se halle cerca puede, sin saber cómo, entender estos pensamientos por las vibraciones de su propia protuberancia. ¿Qué clase de impresión tendría un astriano de uno de sus compañeros que hubiera sido volteado en la tercera dimensión?

Solución

Por lo tanto, la gravedad puede explicarse suponiendo que la materia curva el espacio, pero, ¿por qué hace esto la materia? ¿Por qué la materia curva el espacio?[26]

Una explicación es que la curvatura del espacio *es* la materia. William K. Clifford fue el primero en proponer esta teoría en una publicación que tituló On *the Space Theory of Matter (Sobre la teoría del espacio de la materia),* en 1870:

«De hecho, sostengo:

»1. Que pequeñas porciones del espacio son en realidad de una naturaleza análoga a pequeñas colinas en una superficie que, en general, es plana; o sea, que las leyes comunes de la geometría no son válidas aquí.

»2. Que esta propiedad de ser curvo o distorsionado pasa continuamente de una porción a otra del espacio por razón de una onda.

»3. Que esta variación de la curvatura del espacio es lo que ocurre realmente en ese fenómeno que llamamos el *movimiento de la materia*, ya sea ésta ponderable o etérea.

»4. Que en el mundo físico sólo se produce esta variación, sujeta (posiblemente) a la ley de continuidad.»

Éste es un modo interesante de contemplar la materia, un punto de vista que el físico contemporáneo John Wheeler ha llamado *geometrodinámica*. Tradicionalmente, la gente ha considerado la materia como una sustancia sólida que flotaba

26 ¿Es el mundo físico en que vivimos una pura construcción matemática? Pongamos la pregunta de otro modo: ¿Es el espacio-tiempo sólo una arena en la que campos y partículas se mueven como entidades «físicas» y «extrañas»? ¿O todo lo que hay es el continuo cuatridimensional? ¿Es la geometría curva una especie de construcción material mágica de la que surge todo el mundo físico: 1) una curva suave en una región del espacio describe un campo gravitacional; 2) una geometría arqueada con un tipo de curvatura diferente en alguna parte, describe un campo electromagnético, y 3) una región enmarañada de alta curvatura describe una concentración de carga y masa-energía que se mueve como una partícula? ¿Son los campos y las partículas entidades extrañas inmersas *en* la geometría, o son *sólo* la geometría? (John A. Wheeler, *Curved Empty Spacetime as the Building Material of the Physical World: An Assessment [El espacio-tiempo curvo vacío como material de construcción del mundo físico: evaluación]*, 1972.)

en un espacio vacío. Pero, desde el punto de vista de la geometrodinámica, ni el espacio está en realidad vacío, ni la materia es en realidad sólida. El espacio es un éter, una sustancia continua que se curva en dimensiones superiores. Y la materia es una especie de configuración del éter.

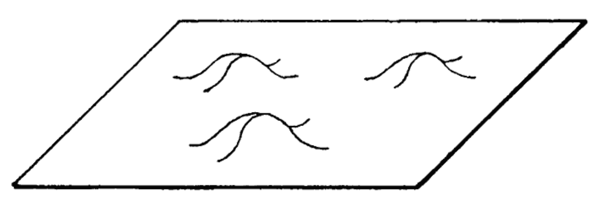


Fig. 80. Tres pequeñas porciones de materia en el espacio.

Esta idea es satisfactoria desde el punto de vista intelectual porque representa la consumación de una tríada dialéctica. Antes, teníamos como *tesis,* el concepto de materia sólida, y como *antítesis,* el concepto del espacio vacío por completo. Materia versus espacio; algo versus nada. La *síntesis* implica considerar el espacio y la materia como partes integrantes de una sustancia etérea continua: cuando el éter es plano, tiene el aspecto de espacio vacío, cuando está continuamente curvado, tiene el aspecto de materia. Las viejas tesis y antítesis son, simplemente, diferentes aspectos de la síntesis superior.

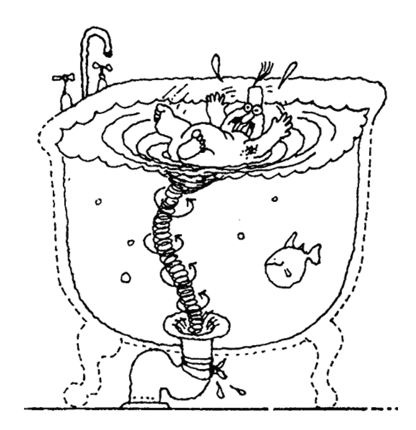


Fig. 81. Un hilo de remolino.

La noción de Clifford de construir materia del simple espacio curvo fue un atrevido paso adelante. Pocos años antes, William Thomson había dado ya un paso en esta dirección. Thomson, en lugar de considerar la materia como «protuberancias» de una dimensión más elevada del éter o espacio vacío, postuló que la materia está constituida por anillos de un vórtice o remolino tridimensional en el éter.

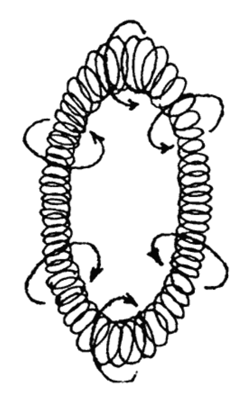


Fig. 82. Un anillo de remolino.

Un «anillo de vórtice» es algo así como un anillo de humo, un círculo de sustancia que da vueltas y vueltas sobre sí mismo. La teoría de Thomson se inspiró en la comprobación que realizó Hermann von Helmholtz, en 1857, de que, en un fluido perfecto, cualquier remolino o vórtice debe estar centrado en unas líneas que, o están fuera de los límites del fluido, o se curvan sobre sí mismas hasta formar círculos. Al observar el desagüe de una bañera a menudo se observa una línea de remolino del primer tipo: un bamboleante remolino como un hilo que se extiende desde la superficie del agua hasta el desagüe que está debajo. Un ejemplo similar de vórtice lo constituye el embudo de un tornado. Ahora bien, si el hilo del vórtice se curva sobre sí mismo hasta formar un círculo, se obtiene un anillo de vórtice. Lo notable de estos anillos de vórtice es que están constituidos por una región aislada del fluido que hay debajo. Esto puede comprobarse al contemplar un anillo de

humo. Por algún tiempo, al menos, un anillo de humo ni absorbe más aire ni lo pierde... Está formado siempre por el mismo aire con humo que da vueltas y vueltas en círculo sobre sí mismo.

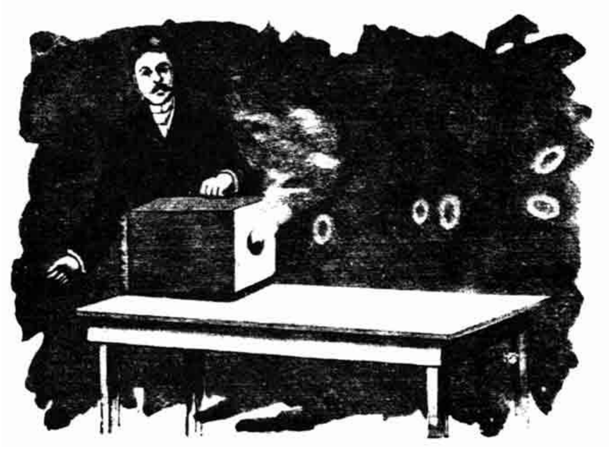


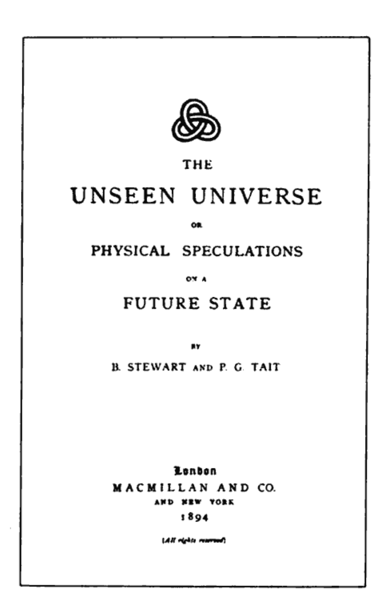
Fig. 83. Un proyector de anillos de humo. (Grabado tomado de *Matter, Ether and Motion [Materia, éter y movimiento]*, de A. E. Dolbear.)

Acertijo 6.2

Como en el acertijo 6.1, reflexionaremos acerca de los astrianos como seres bidimensionales que se deslizan sobre su espacio-éter. Todo astriano tiene una especie de diente superdimensional que puede hundir en el firme espacio subyacente. ¿Cómo podrían los astrianos utilizar técnicas de meditación para levitar? *Solución*

Algunos investigadores del siglo XIX construyeron verdaderos proyectores de anillos de humo y pasaban horas mirando cómo éstos se movían, vibraban y rebotaban sobre sí. Tenían la esperanza de que las numerosas propiedades de la materia podrían explicarse si los átomos se consideraban como anillos de remolinos en un éter sustentador libre en absoluto de resistencia a la fricción. Un rasgo particularmente interesante de la teoría de los anillos de remolino era que explicaba cómo los

átomos podían tener un tamaño medible, aunque fueran indivisibles: un anillo de humo tiene cierto radio, pero si se trata de cortar el anillo en dos sólo se obtendrá unas corrientes de aire que se dispersan con rapidez.


THE
UNSEEN UNIVERSE
OR
PHYSICAL SPECULATIONS
ON A
FUTURE STATE
BY
B. STEWART AND P. G. TAIT

London
MACMILLAN AND CO.
AND NEW YORK
1894

Fig. 84. La portada de *The Unseen Universe (El Universo invisible)* de Balfour Stewart y Peter Guthrie Tait.

La teoría de los anillos de vórtice o remolino aplicados a la materia no condujo a predicciones comprobables y, al final, se abandonó. Uno de los últimos libros que defendió la teoría fue un curioso trabajo que se denominó *The Unseen Universe (El Universo invisible),* de 1875. El libro parece decir que el *alma* existe como un anillo de remolino anudado en el éter. Para ilustrar este concepto, los autores (Balfour Stewart y Peter Guthrie Tait) pusieron la figura de un nudo en la portada y en la cubierta de su libro.[27]

27 Si en el cuerpo no hay otro material que las partículas visibles y en el cerebro no hay otro material que una cierta cantidad de fósforo y otras cosas, tal como las conocemos en su estado común, y si la conciencia individual depende de la presencia estructural de estas sustancias en el cuerpo y en el cerebro,

Aunque de inmediato no resulta evidente, la imagen de un anillo de remolino anudado implica la idea de la cuarta dimensión. La razón de esto es que es imposible pasar un anillo de remolino a través de sí mismo; tiene una clase de integridad o de solidez similar a la de un anillo real de sustancia material. Del mismo modo que Slade y Zöllner afirmaban que los espíritus de la dimensión superior podían anudar su cordel lacrado, los autores de *The Unseen Universe* sostenían que Dios crea nuestras almas inmortales colocando intrincados nudos y trenzas en los anillos de remolino de éter. A James Clerk Maxwell le resultó divertido y fascinante este concepto y escribió un poema con este tema:

> «Mi alma es un nudo intrincado,
> »sobre un líquido en forma de remolino
> »trabajado por un Intelecto en la morada del Invisible.
> »Y tú te sientes como un convicto,
> »desenrollándola con un pasador
> »sólo para descubrir que su condición de nudo es permanente,
> »ya que todas las herramientas para desatarlo «se encuentran en la cuarta dimensión.»

Cuando el siglo XIX llegaba a su fin, comenzaron a aparecer más y más teorías extravagantes sobre la materia, el éter y la cuarta dimensión, teorías que recuerdan una ornamentación barroca y recargada, capa sobre capa de corsés y enaguas Victorianos, una opulenta decadencia *fin de siècle.*[28]

---

entonces, cuando esta estructura se desmorona hay, por supuesto, una base razonable para suponer que tal conciencia ha cesado. Sin embargo, el objetivo de esta obra es exponer numerosas razones científicas para creer que hay algo más detrás de lo que llamamos el universo visible; y que la conciencia individual está relacionada de algún modo misterioso con la interacción de lo que se ve y lo que no se ve, o bien depende de esta interacción. (Balfour Stewart y Peter Guthrie Tait, *The Unseen Universe [El Universo invisible]*, 1875.)

28 Si esta vasta extensión homogénea de materia isotrópica (el éter), es adecuada no sólo para constituir un medio de interacción física entre cuerpos distantes, y para llenar otras funciones físicas de las que, quizá, no tenemos aún ni idea, sino que también, como los autores de *The Unseen Universe* parecen sugerir, es adecuada para constituir el organismo material de unos seres que ejercen funciones de vida y pensamiento tan altos o más altos que los nuestros



Fig. 85. «Mi alma es un lazo intrincado.»



Un Astriano se desliza *sobre* el espacio, pero un Planilandio es embebido *en* el espacio.

Acertijo 6.3

Damos por supuesto que los planilandios están realmente *en* su espacio como manchas de tinta en un delgado papel, o como remolinos de colores en una película jabonosa. Un planilandio no puede existir fuera de su espacio. Pero, entonces, ¿cómo pudo el Cubo A levantar al Cuadrado A fuera del espacio de Planilandia y darle la vuelta? *Solución*

En 1892, por ejemplo, Karl Pearson postulaba, en su *Grammar of Science (Principios de la ciencia)*, que el éter es un fluido cuatridimensional que se filtra al espacio tridimensional; algo así como el agua que brota por los orificios del fondo de una embarcación:

En esta teoría, un átomo se concibe como un punto del que el éter fluye en el espacio en todas direcciones, este punto se denomina un *inyector de éter*. Un inyector de éter en el éter es algo así como un grifo sumergido en el agua, excepto que la maquinaria del grifo es eliminada en el caso del inyector. Dos inyectores de este tipo, situados en el éter, se mueven de manera relativa entre

en la actualidad, es una cuestión que trasciende los límites de la especulación física. (James Clerk Maxwell, *The Aether [El éter]*, 1876.)

sí, exactamente como dos partículas que gravitan, dado que la masa de uno y otro corresponde a la velocidad media en que se vierte el éter en el inyector.

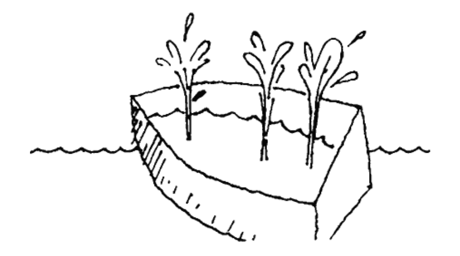


Fig. 86. Chorros de agua.

Acertijo 6.4

Supongamos que creemos, junto con Einstein, que es posible marcar o rotular de un modo permanente un punto en el espacio. Pero supongamos ahora que encontramos un agujero en el espacio. ¿No sirve el agujero para singularizar una localización espacial definida? Solución

En la teoría de Pearson es necesaria la cuarta dimensión, ya que es preciso utilizarla para dar cabida a la «máquina de los grifos» que lleva el flujo de éter a cada átomo. Dos de tales inyectores de éter se atraen, en efecto, el uno al otro porque el éter que hay entre ellos se mueve con más rapidez que en las otras partes del espacio. Permitidme que explique, brevemente, por qué. Existe una ley de dinámica de los fluidos, llamada ley de Bernoulli, que expresa que, cuanto más rápido se mueve el fluido, más baja es su presión. Puesto que el éter entre los dos inyectores se mueve con rapidez, hay una región de baja presión entre ellos, y el resto del éter tenderá a comprimir esta región de baja presión. De este modo, los dos inyectores se moverán uno hacia otro como si fueran arrastrados por la atracción gravitacional.

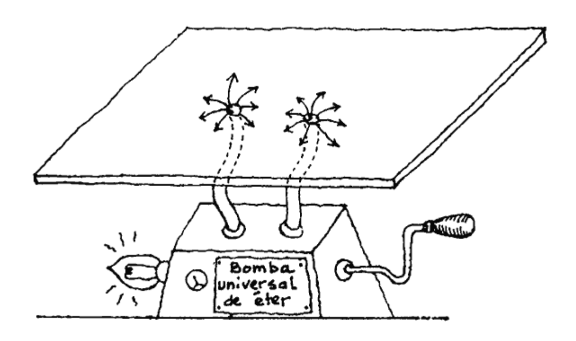


Fig. 87. Dos inyectores de éter en Planilandia.

Acertijo 6.5

Los quasars son unos objetos muy distantes y muy brillantes. No hace mucho tiempo, los astrónomos descubrieron dos quasars que estaban extraordinariamente próximos entre sí. Un análisis posterior de estos dos puntos luminosos reveló que lo que se veía era en realidad dos imágenes del mismo quasar. Esto se explica por el supuesto de que hay una galaxia sólida entre nosotros y el quasar. ¿Puede usted describir el diagrama de un «espacio con protuberancia» que aclare cómo la imagen de un quasar puede dividirse en dos? Solución

Acertijo 6.6

La curvatura del espacio ocasionada por una porción de masa suele representarse como una giba redondeada. Supongamos que las cantidades de masa fueran en realidad puntos. ¿Qué clase de forma espacial representa mejor esta masa puntual? Solución

Teorías locas... ¡sin embargo, ninguna lo suficiente loca para ser cierta!

En el capítulo 11 veremos el procedimiento moderno para obtener materia del éter del espacio. La idea de Clifford de que

la materia es una protuberancia en el espacio es básicamente correcta, pero era demasiado conservador al suponer que el espacio subyacente era tri o cuatridimensional. Según la moderna mecánica cuántica, ¡una porción de materia es una «protuberancia» en un espacio de Hilbert de infinitas dimensiones!

VII. LA FORMA DEL ESPACIO

En el capítulo anterior hemos mencionado sucintamente la idea de que el espacio puede ser *curvo*, curvatura que se produce como una protuberancia en la cuarta dimensión. Nos hemos referido a dos tipos de curvatura del espacio: la curvatura a escala intermedia, que se asocia con la atracción gravitacional, y la curvatura a pequeña escala, que puede asociarse con la materia. Ahora hablaremos sobre la curvatura a gran escala del espacio tomado como un todo.[29]

Para dejar bien claro lo que se entiende por diferentes «escalas de curvatura», consideremos lo siguiente. A gran escala, decimos que la superficie de la Tierra es curva en forma de esfera, una esfera que se ensancha un poco en el ecuador. A escala intermedia, o sea a escala humana, vemos que la superficie de la Tierra está cubierta de valles y colinas. Y a escala pequeña, la superficie de la Tierra se fragmenta en rocas y polvo.

Ahora bien, cuando hablo de *curvatura a pequeña escala del espacio*, pienso en protuberancias o burbujas o vórtices minúsculos que podrían concebirse como partículas elementales de materia. Cuando hablo de *curvatura a escala intermedia del espacio*, me refiero a las protuberancias del espacio de dimensiones planetarias y galácticas que, según Einstein, explicarían los efectos de la atracción gravitacional. Y cuando hablo de

29 En cosmología, la confianza en la simplicidad física, el pensamiento puro y el conocimiento revelado se llevan hasta sus últimas consecuencias porque hay muy poco margen en el cual moverse. Por este medio desesperado hemos llegado a unas pocas y simples representaciones de cómo debe ser el Universo. Ahora, el gran objetivo es llegar a familiarizarse con el Universo, llegar a saber si algunas de estas representaciones pueden ser una aproximación razonable y cómo puede mejorarse esta aproximación. Lo más excitante en cosmología es que las perspectivas para hacer esto parecen ser excelentes. (P. J. E. Peebles, *Physical Cosmology (Cosmología física]*, 1971.)

curvatura a gran escala del espacio me refiero a la forma general de nuestro Universo.

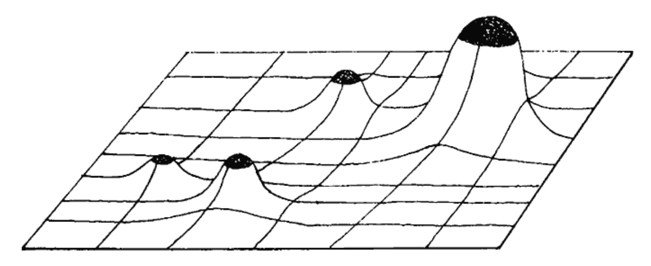


Fig. 88. Curvatura a escala intermedia.

¿Cuál es la forma del espacio? ¿Es plano, o es curvo? ¿Se extiende de un modo liso y regular, o está alabeado y encogido? ¿Es finito, o infinito? ¿A cuál de las imágenes siguientes se parece más el espacio: *a)* una hoja de papel, *b)* un desierto sin fin, c) una burbuja de jabón, *d)* un donut, *e)* un dibujo de Escher, *f)* un barquillo cónico de helado, g) las ramas de un árbol o *h)* un cuerpo humano?

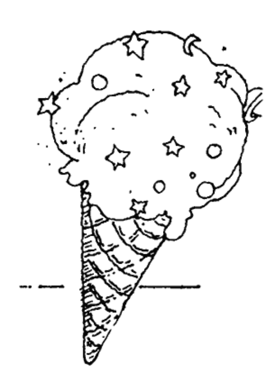


Fig. 89. ¿Qué forma tiene el espacio?

Las cuestiones que se refieren a la forma general del espacio corresponden a una ciencia que se denomina cosmología. Me encanta la cosmología: hay algo enaltecedor en considerar al Universo entero como un objeto único que tiene una forma

determinada. ¿Qué entidad, con excepción de Dios, puede ser más majestuosa o más merecedora de la atención del hombre que el propio Cosmos? Olvidémonos de las tasas de interés, olvidémonos de la guerra y de los asesinatos, hablemos del *espacio.*

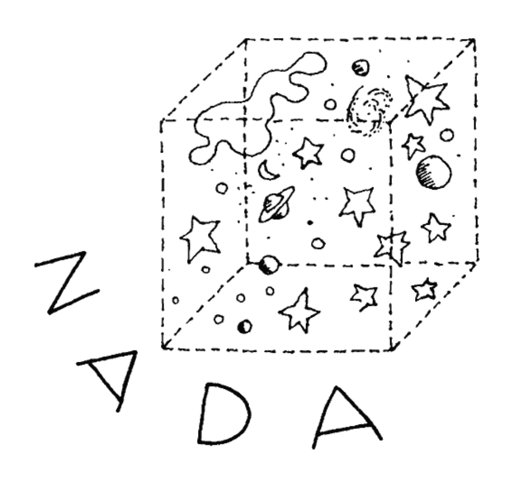


Fig. 90. Un Universo finito y limitado.

Los antiguos parece que, en general, consideraron que el Universo tenía límites. La propia Tierra tenía bordes, o bien había que considerarla como una bola que flotaba dentro de una gran esfera de cristal de la que colgaban las estrellas. Pero, para un pensador moderno, la idea de un Universo con bordes es casi inconcebible.

¿Cómo sería llegar a un lugar donde acabara el espacio? Imaginemos una puerta negra abierta a la Nada. Cualquier objeto que atraviesa la puerta simplemente deja de existir. Más allá de la puerta no hay éter ni espacio para sustentar la estructura de un objeto. Esta «puerta hacia la Nada» es quizás algo como una estrella que se ha convertido en un agujero negro. Quizás existen este tipo de puertas esparcidas aquí y allá en el Universo, pero, de todos modos, nos parece que no debe de

haber demasiadas... No creemos que nuestro espacio, considerado en su conjunto, tenga bordes. En otros términos, creemos que nuestro espacio es ilimitado.

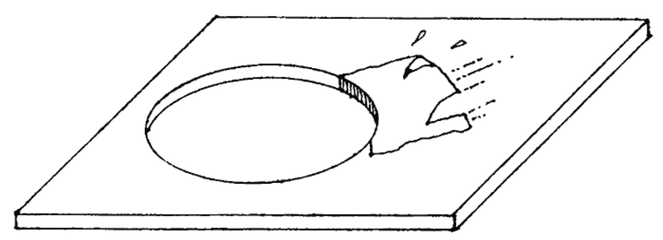


Fig. 91. Un agujero en el espacio.

A primera vista, nos sentimos inclinados a pensar que, si el espacio es ilimitado, debe ser también infinito. Pero no es así. En *una* dimensión, una circunferencia es un ejemplo de una línea que tiene una longitud finita, pero que no tiene límites. Se puede caminar por siempre alrededor de ella. La superficie de una esfera, como la Tierra, es un ejemplo de un espacio de *dos* dimensiones que es finito e ilimitado. En una famosa conferencia de 1854, «Las hipótesis que sirven de base a la geometría», Bernhard Riemann sugirió que es posible algo similar en lo que se refiere al espacio de *tres* dimensiones:[30]

30 Donde los rayos del Sol rozan la Tierra en enero, pasan y se desvanecen gradualmente en la oscuridad, se extiende un mundo extraño.
Es una inmensa burbuja que flota en una sustancia parecida al cristal, pero más dura y opaca.
Y del mismo modo que una burbuja formada por nosotros consiste en una película tensa, esta burbuja, más vasta de lo que podríamos imaginar, está constituida por una película tensa y coherente.
En su superficie se ha depositado en el transcurso de los tiempos una delgada capa de polvo del espacio, y esta superficie es tan lisa que el polvo resbala sobre ella de uno a otro lado y se acumula con mayor o menor densidad según determinan su propia atracción y sus movimientos.
El polvo queda retenido sobre la superficie pulida por la atracción de la inmensa película pero, excepto por esto, se mueve sobre ella libremente en todas las direcciones.

«En la ampliación de la construcción espacial a lo infinitamente grande, debemos distinguir entre extensión *ilimitada* y extensión *infinita*. El espacio ilimitado tiene una certeza empírica mayor que cualquier otra experiencia externa. Pero de esto no se desprende, de ningún modo, que su extensión sea infinita. Si atribuimos al espacio una curvatura constante, entonces el espacio debe ser necesariamente finito siempre que esta curvatura tenga un valor positivo, por pequeño que éste sea.»[31]

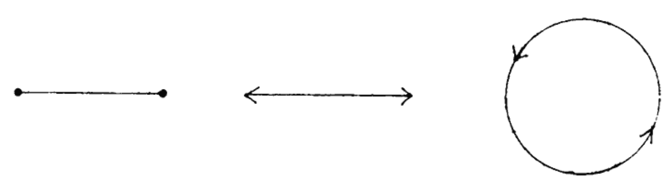


Fig. 92. Tres tipos de espacio 1-D: finito y limitado, infinito e ilimitado, finito e ilimitado.

Riemann sugiere que nuestro espacio puede ser la hipersuperficie 3-D de una hiperesfera 4-D. En el capítulo 3, hablamos del aspecto que tienen las hiperesferas vistas desde el exterior. Ahora trataremos de imaginar cómo es una hiperesfera desde

---

Y aquí y allá hay condensaciones donde se ha depositado cantidad de estas masas flotantes, y donde el polvo acumulado a lo largo de los tiempos forma grandes discos. (Charles H. Hinton, *A Plane World [Un mundo plano]*, 1884.)

31 Supongamos que tenemos un tubo de un diámetro extremadamente pequeño curvado en forma circular y dentro de él, un gusano.
En la situación límite, cuando hacemos el diámetro del tubo y el gusano infinitamente finos, podemos considerar que ese espacio es unidimensional. Imaginemos que el gusano es incapaz de reconocer nada fuera del espacio de su propio tubo. Aun así podría sacar ciertas inferencias sobre la naturaleza del espacio en que está, si fuera capaz de distinguir alguna marca *C* en la pared del tubo. De este modo advertiría cuando vuelve al punto *C* y descubriría que este regreso se repite continuamente cuando recorre el interior del tubo; en otras palabras, el gusano podría afirmar sin dificultad que su espacio es finito. Más aún, puesto que el gusano tendría siempre la misma *cantidad de curvatura*, dado que todas las partes del círculo tienen la misma forma, podría dar por sentada la uniformidad de todo el espacio, o que el espacio posee las mismas propiedades en todos sus puntos. (William K. Clifford, *The Common Sense of the Exact Sciences [El sentido común de las ciencias exactas]*, 1879.)

un punto de su hipersuperficie. Por supuesto, volvemos al Cuadrado A. ¿Qué les parecería a los planilandios vivir en la superficie de una esfera 3-D en lugar de vivir en un plano?

Acertijo 7.1

Aunque ninguna línea en una superficie curva, *es* realmente recta, algunas son más rectas que otras: más rectas en el sentido de que son las trayectorias más cortas entre dos puntos. Estas líneas, lo más rectas posible, se denominan líneas *geodésicas* de la superficie. ¿Qué tipo de líneas son geodésicas en una esfera?

Solución

El tema de *Esferilandia* ha sido tratado muchas veces antes. Lo que me gustaría hacer aquí es enfocar el tema desde un ángulo nuevo.

Como introducción al rumbo que voy a tomar, debo confesar que este verano (estamos en octubre ahora) estuve agradablemente obsesionado, durante un tiempo, con la idea novelesca de que Planilandia existía realmente, y que Edwin Abbott solía ir a contemplarla con frecuencia. De manera habitual, nos imaginamos Planilandia como un plano infinito, pero hasta donde podemos observar, no hay ningún plano brillante e infinito, lleno de polígonos flotando en algún lugar cerca del planeta Tierra. Y, puesto que no vemos Planilandia en ningún sitio, deduje que debía estar escondida en alguna parte; en un sótano, digamos. Por tanto, tuve entonces un interesante problema que considerar: ¿Cómo podría acomodarse un mundo bidimensional ilimitado en una habitación tridimensional común?

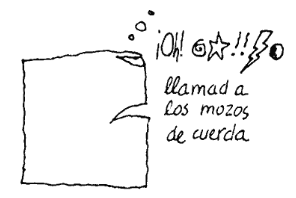


Fig. 93. ¡Pongamos Planilandia en el sótano!

Bueno, imaginé tres maneras de instalar Planilandia en el sótano. He aquí la primera, presentada como extractos de un relato en primera persona de un tal Arnold Klube. Cuando esta narración comienza, Klube está a punto de encontrar Esferilandia en un sótano de una escuela técnica abandonada.

Extractos de *Dios de Esferilandia,* de Arnold Klube.

«La puerta se cerró detrás de mí y bajé con cuidado por la escalera polvorienta. Abajo, encontré un interruptor. Indeciso, lo apreté con lentitud.

»La pequeña habitación del sótano estaba dominada por una gran esfera que, aparentemente, no tenía peso. Tenía unos dos metros de diámetro y flotaba en el aire a pocos centímetros del suelo. ¿Podía ser esto Planilandia?

»Me acerqué y examiné la superficie del objeto, que tenía un débil resplandor. Era como la piel tensa de una gran burbuja de jabón: transparente, aunque con manchas de color de diferentes formas que se desplazaban. Al principio, todo me resultó confuso pero luego, cuando observé con más detenimiento, comencé a distinguir pequeñas avenidas por las que se movían las manchas de colores. Estos vivaces animálculos de movimientos rápidos eran, sin duda, los Planilandios.

»A un lado de la habitación encontré una mesa con instrumentos científicos, entre los que había un microscopio binocular con su montura. Temblando un poco por la excitación, lo acerqué a la maravillosa esfera.

»Presentaré los hechos tan sucintamente como me sea posible. El mundo que había descubierto era una película curva bidimensional que adoptaba la forma de una esfera de unos cinco metros de circunferencia. Los habitantes de este mundo, al que llamo Esferilandia, son pequeñas manchas poligonales, de un ancho promedio de una décima de milímetro. O sea que su espacio, la circunferencia, es igual a 50.000 largos de cuerpo. A título de comparación, cabe indicar que la longitud de 50.000 cuerpos humanos se aproxima a los 100 kilómetros.

»Al poco tiempo, aprendí a leer los «labios» de los esferilandios y a comprender su lenguaje. Como había relatado Abbott, tienen la impresión de que viven en un plano infinito. A nosotros nos resulta muy fácil imaginar que caminamos 100 kilómetros,

pero la verdad es que ningún esferilandio ha hecho nunca un viaje «alrededor» de su espacio.

»Y hay buenas razones para ello. Si recordamos que la superficie de una esfera viene dada por la fórmula E^2/π, donde E es la circunferencia ecuatorial de la esfera, es fácil calcular que Esferilandia tiene espacio suficiente para albergar a un poco menos de mil millones de sus ciudadanos, aunque en este caso deberían estar apiñados uno junto a otro. He calculado que la población actual de Esferilandia llega a unos cincuenta millones de almas. O sea que cada esferilandio dispone de una cantidad de espacio no ocupado de casi veinte veces su tamaño: el equivalente, para nosotros, de una celda de techo bajo y justo lo suficiente larga para tenderse en ella.

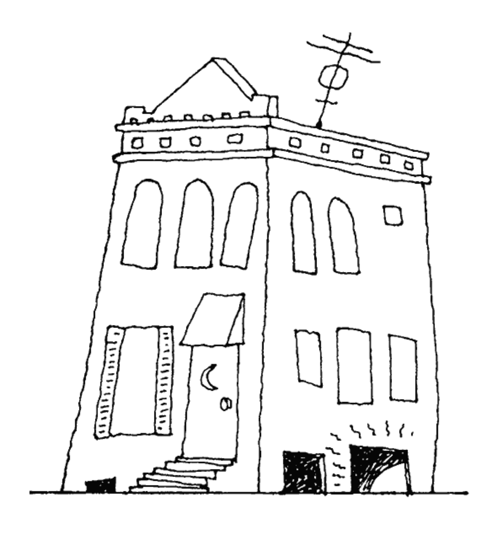


Fig. 94. Esferilandia en el sótano.

»En suma, Esferilandia está atestada en extremo. Todo el espacio está ocupado por cuerpos y edificios. Las tortuosas callejuelas están llenas de vida como los bazares orientales. Los ladrones y los asesinos están en todas partes y viajar a cualquier distancia es imposible.

«Pasaron los días y pasaron los meses y yo seguía revoloteando sobre Esferilandia, atento como un dios ocioso. En la mesa del

sótano encontré ciertas herramientas que, aparentemente, estaban diseñadas para manipular el espacio de las diminutas criaturas.

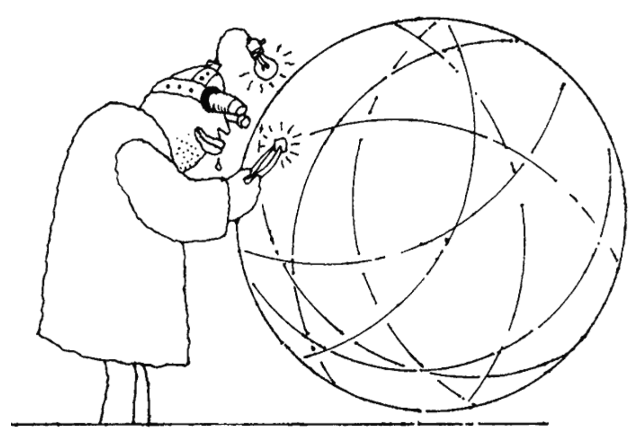


Fig. 95. Arnold Klube.

»Por experimentación, aprendí que, después de todo, el espacio de Esferilandia no es por completo bidimensional. Tiene un espesor definido aunque imperceptible. Utilizando unas tenacillas especiales y un pequeño marco cortante, estuve en condiciones de sacar y examinar fragmentos del espacio. Una vez cogí un Cuadrado, le di la vuelta y lo coloqué otra vez en su sitio.

»El aspecto del Cuadrado quedó tan alterado que sus compañeros trataron de destruirlo. Lo rescaté y aniquilé a su jefe opresor. Desde entonces, el Cuadrado me tiene gran afecto y cree que soy un Cubo, cosa que se debe a ciertos objetos que metí en su espacio.»

Muchos científicos actuales creen que nuestro espacio está, en realidad, curvado en forma de hiperesfera. Recordemos que en el capítulo anterior decíamos que se podía interpretar la teoría de la relatividad general de Einstein en el sentido de que la materia curva el espacio. Por lo visto, si hay suficiente cantidad de materia en nuestro Universo, esto hará posible que la acumulación de curvatura sea suficiente para doblar el espacio sobre sí mismo. Si el espacio es hiperesférico, hay un número

limitado de galaxias, aunque ninguna de ellas estará fuera del límite de las cosas. Toda galaxia está en una posición igualmente central. Esto es parecido al hecho de que cualquier país de la Tierra puede considerarse el punto central del planeta.

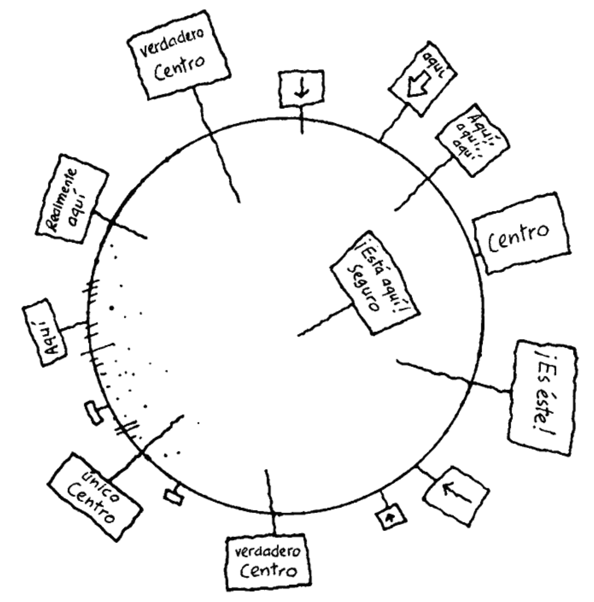


Fig. 96. Todos los puntos de una esfera son igualmente centrales.

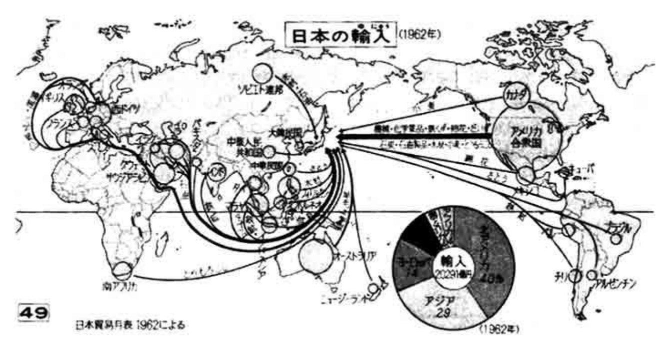


Fig. 97. Una vista no americana del mundo.

Acertijo 7.2

Supongamos que descubrimos una gran estrella brillante que no tiene nada dentro sino sólo luz y espacio vacío. ¿Cuál sería nuestra conclusión? Solución

Acertijo 7.3

La mayoría de los cosmólogos suponen que cualquier región de nuestro Universo es más o menos como cualquier otra. Esta suposición se conoce como *principio cosmológico.* Sin embargo, no hay un conjunto de evidencias de peso para sostener el principio cosmológico. A la gente le gusta, sencillamente, porque simplifica las cosas. Pero, supongamos ahora que el principio cosmológico es erróneo. Supongamos que hay, en nuestro Universo, un objeto más importante, un único objeto gigantesco que es mucho más masivo que cualquier otra cosa. Si se combina esta suposición con la hipótesis de que el espacio se curva sobre sí mismo como una hiperesfera, ¿qué tipo de universo se obtendría? ¿Puede usted dibujar una imagen al estilo de Planilandia/Esferilandia de este espacio? Solución

Si nuestro espacio es hiperesférico, una nave espacial que vuele en cualquier dirección fija durante el tiempo suficiente retomará al final a nuestra Galaxia. Por desgracia, la circunferencia de nuestra hiperesfera es tan grande que es improbable que ningún Magallanes del espacio pueda realizar jamás tal circunnavegación. Se ha estimado que nuestro espacio tiene alrededor de ochenta mil millones de años luz de circunferencia.

Para tener una idea del espacio hiperesférico, imagínese que está flotando en un espacio que tiene la forma de una hiperesfera de cien metros de circunferencia. Usted es el único objeto del espacio y, por tanto, está muy oscuro. Saca torpemente una linterna del traje espacial, la enciende... y, por alguna razón, hay *dos* luces. ¡Hay la linterna junto a usted y otra

a unos cincuenta metros de distancia! Más aún, hay otra persona con usted en el espacio, una persona vestida con su traje espacial que sostiene la otra linterna.

Usted decide ir a visitar a esa otra persona. Deja su linterna a un lado, flotando, y se traslada por el espacio vacío por medio de un motor de reacción manual. Su luz y la de la otra persona permanecen inmóviles... pero él, en cambio, huye de usted. Él, ¿o es ella?, está cabeza abajo con respecto a la posición de usted y no importa en qué dirección se mueva usted, él (o ella) cambia su rumbo para evitar que se acerque. ¿Puede ser la otra persona una especie de imagen suya en el espejo?

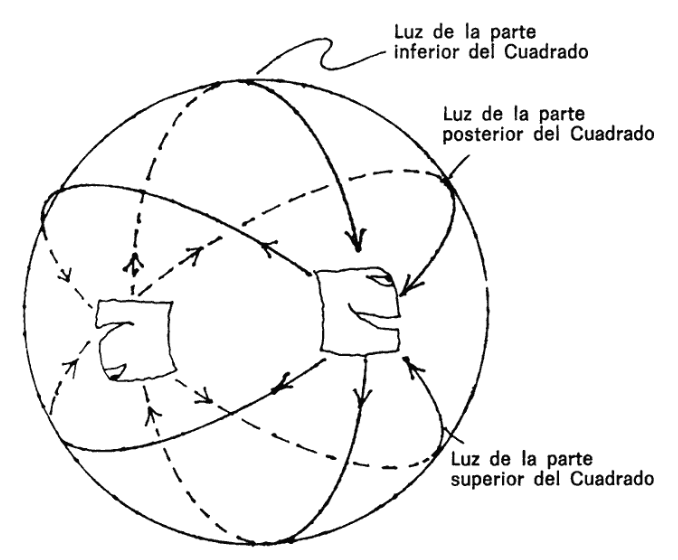


Fig. 98. Cuadrado ve una imagen fantasma.

Pues sí. Imagínese al Cuadrado A en la superficie de una pequeña esfera. Suponemos que los rayos de luz de Esferilandia se mueven alrededor del espacio esférico en grandes círculos. En la figura 98 puede verse que todos los rayos de luz que salen del cuerpo del Cuadrado se cruzan entre sí en el lado opuesto de la esfera. Esto significa que el Cuadrado verá un conjunto de imágenes de trozos de su cuerpo en el otro lado de

la esfera y estas imágenes se agrupan para formar una representación fantasma de él mismo, pero invertida, o sea cabeza abajo, y como vista en un espejo.

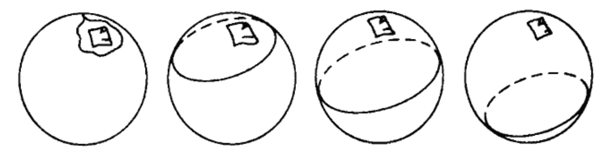
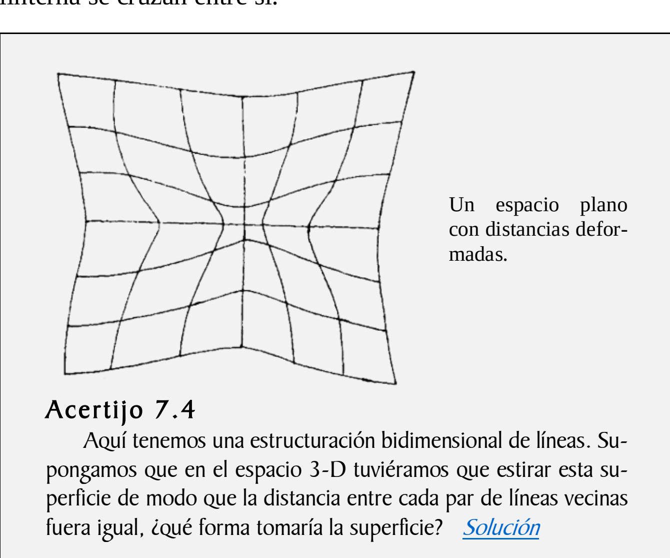


Fig. 99. Cuadrado A en el globo espectral.

Sigamos. Decide usted ir a ver la linterna de la otra persona. Allí está flotando y lanzando sus destellos luminosos, pero, cuando alcanza a tocarla, se da cuenta que allí no hay nada. ¿Por qué? Porque la «otra linterna» es en realidad la imagen virtual de su linterna real. Es una imagen fantasma, que se forma en el lugar en que todos los rayos de luz que salen de la linterna se cruzan entre sí.



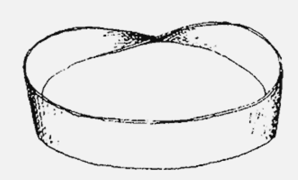
Un espacio plano con distancias deformadas.

Acertijo 7.4

Aquí tenemos una estructuración bidimensional de líneas. Supongamos que en el espacio 3-D tuviéramos que estirar esta superficie de modo que la distancia entre cada par de líneas vecinas fuera igual, ¿qué forma tomaría la superficie? *Solución*

Esto es cada vez más y más curioso. Cuando usted regresa junto a su linterna, decide que se siente demasiado incómodo dentro de su traje espacial y resuelve coger un gran globo de goma, se arrastra dentro de él y comienza a llenarlo con el aire de su tanque. Se ha traído la linterna, de modo que todo el interior del globo está iluminado. Es agradable encontrarse dentro del globo y no ver ya esas extrañas imágenes fantasmales de la luz y de uno mismo. Se quita el traje y se reclina contra la acogedora pared curva del globo. Junto a usted, el tanque deja escapar el aire con un suave silbido y el globo aumenta de tamaño.

De pronto, algo no funciona. Las paredes del globo se aplanan y comienzan a curvarse en sentido contrario. ¡Está usted fuera del globo! El tanque sigue a su lado, pero el aire parece enrarecido. Rápidamente, el globo se contrae a la vez que se aleja de usted y llega a tener el tamaño de una pelota de playa hasta que, por último, se rompe. ¿Qué ha sucedido?



Una banda de Moebius.

Acertijo 7.5

Una cinta de Moebius se forma con una tira de papel a la que se da una torsión de media vuelta y después se unen los dos extremos. Considere que Cuadrado A es un dibujo en tinta que cala a través del papel de una cinta de Moebius. Si se desplaza alrededor de la tira, ¿qué le sucederá? Solución

Descienda una dimensión y observe el Cuadrado A. Un globo elástico en Planilandia, es sólo un círculo elástico. Cuando éste se estira más allá del ecuador, tiende a encogerse hasta la medida inicial... al otro lado del espacio esférico.

Éste es un rasgo curioso del espacio hiperesférico. Cualquier esfera que se expande lo suficiente termina por expandirse más allá de su tamaño máximo posible y sigue «expandiéndose» en sentido inverso hasta llegar al tamaño de un punto. Esto puede visualizarse en nuestro propio Universo si imaginamos una flota de naves de reconocimiento que salen volando de la Tierra en distintas direcciones. Si viajan todas a la misma velocidad, las naves aterrizarán en una superficie de una esfera que se estira y que tiene su centro en la Tierra. Después de cierto tiempo, los pilotos observarán, para su sorpresa, que, si bien ninguno de ellos ha cambiado su curso, las naves se están acercando cada vez más unas a otras. El espacio no inspeccionado se ha convertido en una esfera que se contrae. Cuando las naves se encuentren estarán tan lejos de la Tierra como es posible llegar a estarlo. Y no habrá más sorpresas.

Por tanto, ahora tenemos una imagen bastante buena de dos tipos de espacio: el anticuado espacio plano y el espacio hiperesférico finito e ilimitado. Por espacio «plano» sólo quiero significar un espacio común tridimensional euclidiano que se extiende al infinito en todas direcciones. Un espacio plano bidimensional, recibe el nombre de plano y un espacio plano tridimensional se denomina, a veces, espacio *homoloidal*.

El espacio homoloidal y el hiperesférico tienen en común que ambos están curvados en el mismo grado en todas partes. De igual manera, se dice que los planos y las esferas son *superficies de curvatura constante*. Sin duda, la esfera no es plana, pero, en ella, todo punto es igual a cualquier otro; o sea que no hay protuberancias. Un modo de caracterizar las superficies de curvatura constante es decir que sólo en ellas cabe la posibilidad de deslizar triángulos sin que sus lados y ángulos cambien. Por la misma razón, decimos que un *espacio* tridimensional *de curvatura constante* es aquel en el que puede deslizarse un cuerpo rígido sin que las proporciones relativas de este cuerpo se alteren.

Pero, la verdad es que nuestro espacio no es de curvatura constante. Un cuadrado que se transporte hasta un punto cercano a una estrella, se deformará, debido a la combadura gravitacional del espacio, y adquirirá la forma de un rectángulo

curvo. No obstante, muchos cosmólogos prefieren suponer que, por lo menos a gran escala, nuestro espacio tiene una curvatura constante. A escala intermedia, la superficie de la Tierra no tiene en absoluto una curvatura constante, pero, en cambio, a gran escala, la Tierra es, aproximadamente, una esfera lisa. Quizá sucede lo mismo en nuestro espacio con las protuberancias gravitacionales.[32]

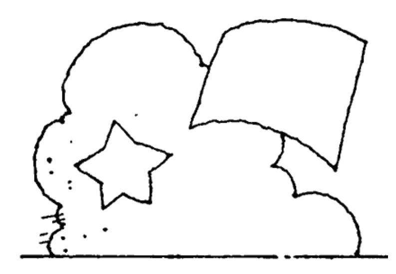


Fig. 100. Espacio gravitacional que se curva.

32 Me adormecí y soñé. Sin embargo, aunque resulte sorprendente, esta vez no vi una imagen de Linealandia, el lugar que solía visitar como un planilandio bastante más sabio y me inclinaba a decirles a sus ciudadanos la verdad, que era obvia para mí, ya que yo podía observar las relaciones verdaderas que ellos no podían percibir; no, esta vez soñé algo muy distinto. Era una Esfera del país de las tres dimensiones y estaba visitando mi propio mundo, mi propia Planilandia. Bueno, no, no Planilandia sino Esferilandia, porque ahora podía ver con claridad que mi mundo está curvado en un sentido que nunca había sido visible para mí...

Miré hacia la izquierda, hacia la derecha, en todas direcciones, pero el mundo, mi mundo, no se extendía en todas direcciones de un modo infinito. Por supuesto que no, porque mi mundo no es infinito. No se extiende en todos los sentidos infinitamente. Es curvo, un mundo curvo. ¡Puedo dar vueltas a su alrededor! Puedo volar alrededor de mi mundo, mi Planilandia esférica. ¡Esto es absolutamente fantástico...!

¿Pero qué sucede con esos rayos de luz? ¿Cómo viajan? ¿En línea recta? No, por supuesto que no. No pueden dejar el espacio, su espacio. Tienen que seguir la curva del espacio porque pertenecen a él. Para nosotros, los esferilandios, son líneas rectas y creemos que la luz viaja en línea recta. Y es que, en nuestro espacio no son curvas, sino que siguen la curvatura de nuestro espacio. Tienen que hacerlo así. Pero, vistos desde el exterior, no son líneas rectas, son, simplemente, las líneas más cortas posibles en la superficie de una esfera. (Dionys Burger, *Sphereland [Esferilandia]*, 1965.)

Si suponemos que nuestro espacio tiene una curvatura aproximadamente constante a gran escala, ¿cuáles son las posibilidades? Hemos indicado dos: espacio llano (u homoloidal) y espacio hiperesférico. Hay una tercera clase de espacio con una curvatura constante, que suele denominarse *espacio hiperbólico.*

Para comprender cómo es el espacio hiperbólico tridimensional, vamos a examinar en primer lugar el espacio hiperbólico bidimensional. Hace poco especulábamos acerca de una Planilandia que era la superficie de una esfera. Resulta que el espacio hiperbólico bidimensional se representa mejor como la superficie de lo que se denomina una *seudoesfera.* Pero, ¿qué es una seudoesfera?

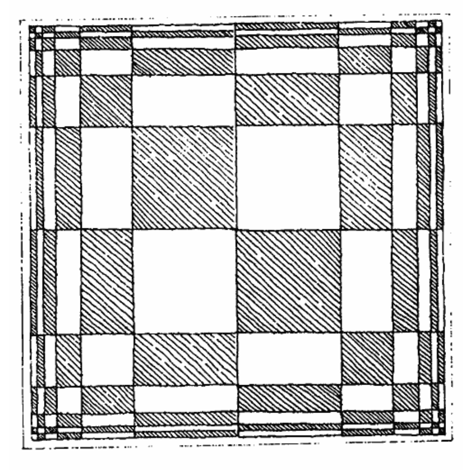


Fig. 101. Tablero de ajedrez infinito, encogido para que quepa en un cuadrado.

La seudoesfera, igual que una esfera, puede considerarse una superficie 2-D. La esfera es menor que un plano: se curva sobre sí misma y es finita, mientras que el plano es, por supuesto, infinito. Aunque resulte extraño, una seudoesfera es *mayor* que el plano. Ambos, el plano y la seudoesfera, son infinitos, aunque la segunda se las arregla para tener más espacio. Para comenzar a tener la idea de una seudoesfera, podríamos imaginar que avanzamos por un interminable plano pegajoso,

como de melcocha. A cada momento nos detenemos para coger y estirar el material del plano, que irá formando abombamientos y arrugas... lo que significará más y más espacio.

Justamente por el hecho de que una seudoesfera es mayor que el plano, es muy difícil de representar en el espacio euclidiano normal de nuestros diseños. Pero existe un truco especial para encoger una seudoesfera de modo que se ajuste a un disco. Para comprender mejor cómo funciona este procedimiento de contracción, vamos a considerar cómo se puede contraer un *plano* normal para que se acomode dentro de un *cuadrado.*

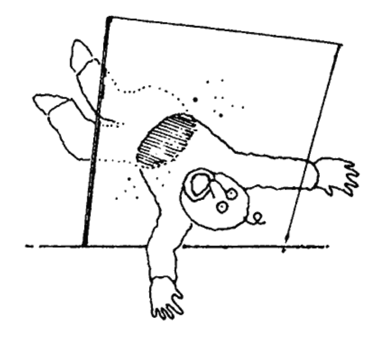


Fig. 102. Felix Ungluck.

Presentaré este método como otro relato imaginario, en primera persona, de un hombre que encuentra Planilandia en un sótano. Este hombre se llama Felix Ungluck y, aunque resulte penoso decirlo, es muy torpe.

Extracto de *The Pure Land* (La tierra pura), de Felix Ungluck.

«La puerta se cerró de golpe a mis espaldas. Por unos instantes no pude ver nada, y tuve miedo de caerme. Pero entonces, después de girar la cabeza de un lado a otro, vislumbré una luz tenue abajo. Allí había algo.

«Encontré una llave de luz y la hice girar. Al pie de la escalera, había un cuadrado, de unos dos metros de lado, que flotaba ingrávido. Tenía unos dibujos muy intrincados que se hacían más confusos cerca de los bordes. Al principio lo tomé por una especie de alfombra volante... pero luego me di cuenta que cada pedacito

coloreado se movía con vida propia. Era Planilandia, cuya extensión infinita había sido comprimida, de algún modo, al tamaño de un cuadrado de dos metros de lado.

«Hipnotizado, descendí por la escalera y me incliné sobre ese mundo encogido. Los pequeños planilandios poligonales corrían de un lado a otro, aumentando de tamaño cuando se aproximaban al centro y encogiéndose cuando se acercaban a los bordes. Era como... bueno, como una sección de tiras cómicas de domingo pero *infinita* y viva, con cajas más y más pequeñas que se apiñaban en todos los sentidos; un dibujo infinito que retrocedía sobre sí mismo en el espacio, para comprimirse en un cuadrado de dos metros de lado.

«Arriba se oyó un fuerte ruido. Inseguro en mi avance, asustado por el ruido, caí hacia delante. Mi cuerpo atravesó Planilandia con toda facilidad, como un buceador atraviesa la superficie de un lago.

«Las pequeñas criaturas se alejaron rápidamente de mi cuerpo intruso, dispersándose como si fueran andarríos. Y yo, como una maldición del infinito, caí pesadamente al suelo.

«Al bajar la vista a mi cuerpo advertí con horror que había arrancado legiones de estos seres inocentes de su espacio. Se aferraban a mí y se deslizaban de un lado a otro por la tela áspera de mis ropas. Vi que estaban mortalmente heridos. El pálido diseño a cuadros de luz trémula se extinguió lentamente. Puse el rostro entre mis manos y comencé a llorar.»

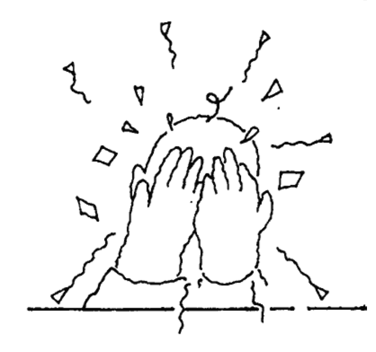
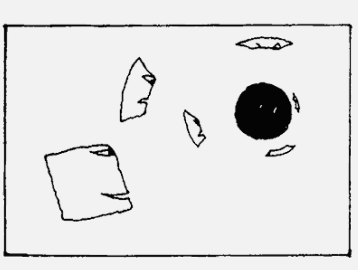


Fig. 103. «Puse el rostro entre mis manos y comencé a llorar.»

La figura 101 no es una seudoesfera pero está basada en un truco que luego nos permitirá dibujar una seudoesfera. La figura 101 representa un plano. Todo el plano infinito comprimido en un cuadrado finito. ¿Cómo puede hacerse esto? Simplemente, dividiendo en dos las distancias a medida que nos aproximamos al límite del cuadrado.



Un agujero inalcanzable

Acertijo 7.6

Supongamos que hay un agujero en Planilandia, pero nadie puede caer en él porque cuanto más se acercan, más pequeños se hacen. ¿Podría usted dibujar una imagen de espacio curvo que represente esta situación? *Solución*

Algunos lectores habrán oído hablar de las paradojas de Zenón. Zenón era un antiguo filósofo griego que se interesó en demostrar que la simple idea de «movimiento» puede conducir a una gran cantidad de dificultades lógicas. Su paradoja más conocida afirma que nunca podremos dejar la habitación en la que nos encontramos. Porque, razona Zenón, para llegar hasta la puerta, se debe primero atravesar la mitad de la distancia que nos separa de ella. Pero aún estamos en la habitación, y para salir se debe atravesar la mitad de la distancia restante. Pero aún se está en la habitación, y para llegar hasta la puerta, se debe atravesar la mitad de la distancia restante. Pero...

La paradoja, en este caso, es que los dos simples pasos que nos llevarían hasta la puerta, pueden dividirse en una sucesión infinita de pasos cada vez más pequeños. En cierto sentido, abandonar la habitación implica completar una tarea infinita.

Por supuesto, no solemos dar cada paso de manera que sea la mitad de largo que el anterior, y abandonamos la habitación sin ninguna dificultad.

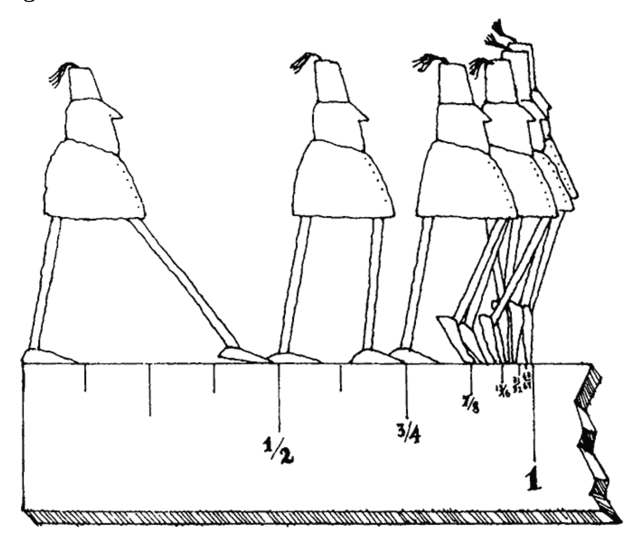


Fig. 104. Un número infinito de pasos.

Pero, ¿qué sucedería si nos encontráramos en una habitación que tuviese un extraño campo de fuerza, un campo de fuerza que nos redujera a la mitad de nuestro tamaño a cada paso que se diera hacia la puerta? Hay que dar dos pasos para llegar hasta la puerta, como antes. Pero ahora, después del primer paso, quedamos reducidos a la mitad de nuestro tamaño. En ese momento, estamos a un paso de los antiguos, o a dos pasos nuevos, de la puerta. Damos otro paso, nos reducimos otra vez a la mitad y seguimos estando a dos pasos de la puerta en nuestro nuevo tamaño.

En las figuras 101 y 105, mostramos cómo utilizar esta reducción al estilo de Zenón, para ajustar un plano infinito dentro de un cuadrado y de un círculo respectivamente. En la figura 101, se supone que cada uno de los cuadrados tiene el mismo tamaño. Dicho de otro modo, podemos reconvertir en un plano el objeto que hay en la figura si «estiramos» cada uno de los

cuadrados hasta que alcancen la medida de la unidad. En la figura 105, todos los triángulos se suponen también del mismo tamaño. Podemos considerar que los triángulos están dispuestos en anillos concéntricos, cada uno de los cuales tiene la mitad del ancho del anterior. También en este caso, si «estiramos» cada uno de los triángulos para que tenga el tamaño unitario, obtendremos un plano.

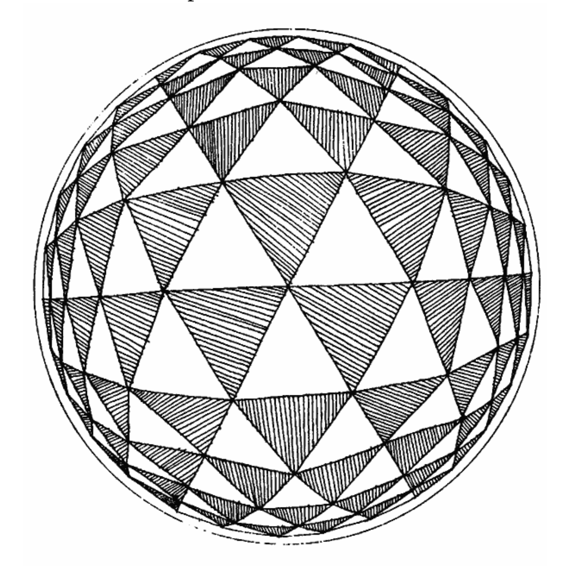


Fig. 105. Infinitos planos dentro de un círculo.

Ahora bien, ¿qué hay en cuanto a la seudoesfera? La seudoesfera puede representarse como un dibujo infinito de triángulos curvos comprimidos dentro de un círculo, como en la figura 106. El artista holandés Maurits Escher solía utilizar configuraciones de este tipo. Lo que distingue la seudoesfera es que si se extiende cada uno de los triángulos hasta tener la medida unitaria (y se enderezan también sus lados), se obtiene algo que no puede ajustarse en un plano sin que haya arrugas y pliegues. Obsérvese, por ejemplo, que en algunos ángulos de la seudoesfera se reúnen *ocho* «triángulos equiláteros». Pero si la configuración pudiera estirarse y alisarse hasta ser plana, sólo podrían coincidir en un punto *seis* triángulos equiláteros.

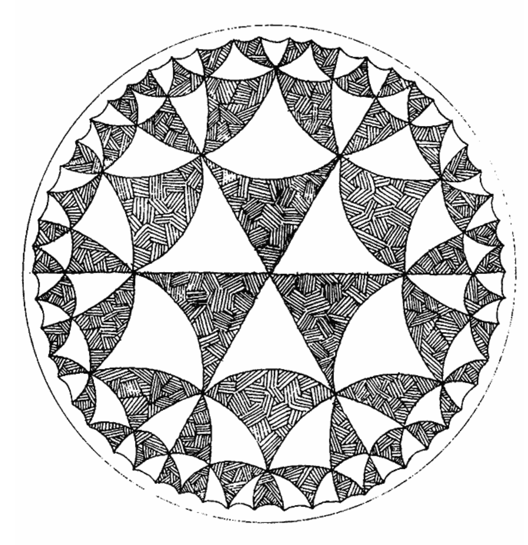


Fig. 106. Mosaico seudoesférico.

Aunque es imposible alisar y extender toda la seudoesfera en nuestro espacio, pueden extenderse porciones de ella para obtener superficies de curvatura constante. Si se extiende el disco central del diagrama de la seudoesfera, adopta la forma de una silla de montar. A diferencia de la esfera que en todos los puntos se curva en la misma dirección, la superficie de la silla de montar se curva en cada punto en dos direcciones diferentes. Por esta propiedad de curvarse hacia arriba y hacia abajo al mismo tiempo, la superficie de la silla se extiende hasta ser, en cierto sentido, mayor que un disco plano.

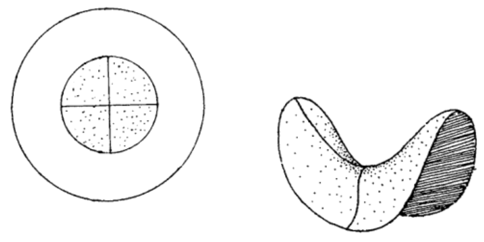


Fig. 107. Un disco de la seudoesfera se extiende y adopta la forma de una silla de montar.

Se produce un ejemplo más impresionante si se extiende un fragmento de la seudoesfera que sea un sector que se prolonga hacia el borde «infinitamente distante». En la figura 108, hemos cortado por la línea *e*, *e'* y *H;* entonces estiramos *e* y *e'* hasta que adquieran su medida «real» de un largo infinito; doblamos *H* sobre sí mismo hasta formar un círculo y pegamos e con *e* para formar *E*. En la década de los años 40 la figura de la derecha se llamaba a veces seudoesfera, pero esto no es correcto. Se trata sólo de un *sector* de la seudoesfera que se ha unido por sus bordes. Entonces, ¿cómo podríamos llamarlo? «Trompeta de Gabriel» parece bastante apropiado, porque su forma es como el pabellón de una trompeta y la boquilla de ésta está infinitamente lejos. La imagen que tengo en la mente es la de un terrible Día del Juicio Fina y un ángel de un cielo infinitamente lejano con una trompeta inmensamente larga que desciende hasta mí para atronarme los oídos.

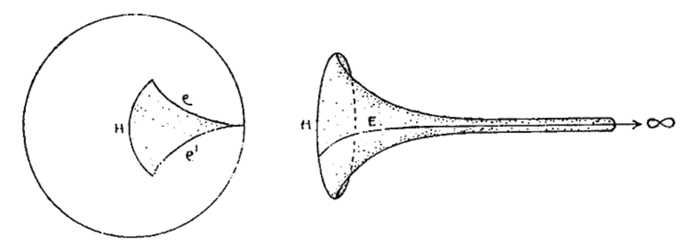


Fig. 108. Un sector de la seudoesfera se extiende y adopta la forma de la Trompeta de Gabriel.

Acertijo 7.7

La superficie de la Trompeta de Gabriel de la figura 108, tiene una propiedad muy extraña: aunque su longitud es infinita, su área superficial es finita. ¿Puede usted idear algún modo de cortar un cuadrado unitario (o sea, que tiene una unidad de lado), en un número infinito de piezas y disponerlas de manera que se forme una superficie infinitamente larga con un área igual a uno?

Solución

De modo que si reflexionamos sobre lo que sucede al extender porciones de seudoesfera hasta que alcancen su tamaño correcto, comenzamos a tener una idea de su superficie total. Pero debemos recordar que comenzamos a hablar de la seudoesfera para tener un ejemplo de un espacio hiperbólico bidimensional. Sin embargo, lo que en realidad nos interesaba era el *espacio hiperbólico tridimensional.*

¿Cómo es el espacio hiperbólico completo? Imaginemos un espacio sin límites tridimensional que, de algún modo, se extiende para ser más amplio que el espacio llano homoloidal. Desde el punto de vista matemático, este espacio puede modelarse si imaginamos la parte interior de una esfera y suponemos que los objetos que están dentro de ella se contraen infinitamente cuando se desplazan del centro hacia fuera. Esto es semejante a adaptar Planilandias planas o seudoesféricas dentro de círculos.

Resulta una idea extraña pensar que, quizá, nuestro espacio es en realidad el increíble interior, contraído y combado de, digamos, una pelota de tenis. Como dice Hamlet: «¡Oh, Dios! Podría estar confinado en una cáscara de nuez y sentirme el soberano del espacio infinito, si no tuviera tan horribles sueños.»

La idea de representar un espacio curvo por un espacio plano que se extiende y encoge, viene de Bernhard Riemann. Como ejemplo de su técnica, hemos indicado en la figura 109 cómo pueden representarse una serie de superficies curvas si asignamos diferentes longitudes a la circunferencia de un círculo cuyo radio es la unidad. Podemos hacer más pequeña la circunferencia si la curvamos sobre sí misma o podemos hacerla mayor si curvamos la superficie en dos direcciones diferentes.

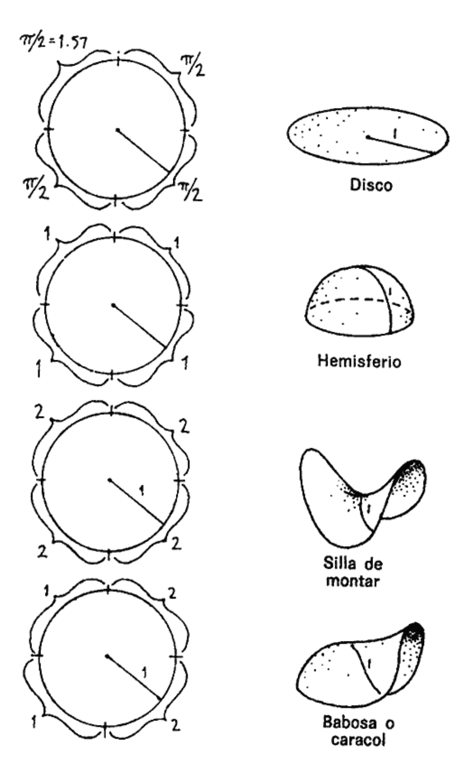


Fig. 109. Haciendo correctas las distancias.

Si se cierra el puño, se observan unos salientes más o menos hemisféricos donde se tiene los nudillos. Hagamos una pausa y consideremos que las pecas de nuestra piel son galaxias 2-D en una «Planilandia» cuyo espacio es toda la superficie de la piel. Una galaxia situada junto a los salientes del nudillo podría tener habitantes que creyeran que el espacio es esférico. Una galaxia en la depresión entre dos nudillos podría tener ciudadanos que creyeran que el espacio se extiende en forma de seudoesfera. Y los pequeños seres que viven en la extensión lisa del antebrazo podrían creer que el espacio es plano.



Fig. 110. La piel es un espacio 2-D irregularmente curvado.

En este capítulo hemos analizado tres tipos de espacio 3-D: el espacio plano, el espacio hiperesférico y el espacio hiperbólico. Estos espacios tienen en común que, a gran escala, todos se curvan de manera uniforme. Ninguna región del espacio es esencialmente diferente de cualquier otra. Pero debemos recordar que la suposición simplificadora de que nuestro espacio tiene una curvatura constante, puede muy bien ser falsa. La forma del espacio puede ser más extraña de lo que creemos.



Fig. 111. La forma del espacio puede ser más extraña de lo que creemos.

VIII. PUERTAS MÁGICAS A OTROS MUNDOS

Justo al sur de Baltimore hay una salida de autopista que pone: «Brooklyn.» ¿No sería magnífico si esa salida llevara directamente a Nueva York? O, mejor aún, ¿no sería maravilloso tener una puerta especial, una superpuerta, que condujera desde nuestra sala hasta, pongamos por caso, el jardín de las Tullerías en París? O, más emocionante todavía, ¿qué os parece una superpuerta que nos llevara fuera de nuestro espacio hacia un universo totalmente distinto?

A la gente siempre le ha gustado pensar en estas puertas mágicas. Ellas son el símbolo perfecto de la libertad de la mente respecto de la limitación espacial del cuerpo y ocupan un lugar importante en toda la literatura fantástica, desde Lewis Carroll hasta C. S. Lewis y Robert Heinlein. Los escritores de ficción han sido, por regla general, muy imprecisos sobre la manera en que podrían construirse estas puertas mágicas; en el mejor de los casos, se limitan a describirlas como «túneles a través del hiperespacio». Pero los cosmólogos modernos han desarrollado algunas maneras aceptables de reflexionar sobre las puertas mágicas (conocidas también como puentes de Einstein-Rosen o agujeros de gusano de Schwarzschild).

Para explicamos, volvamos como de costumbre al Cuadrado A. Imaginemos que Planilandia es un plano y que, paralelo a él, hay otro plano que se llama Gotilandia. Normalmente, no hay modo que un habitante de uno de estos universos bidimensionales pueda pasar al otro. Pero, supongamos que se recorta una porción de espacio en forma de aleta de cada uno de ellos y que estas porciones se unen entre sí. En ese caso, los gotilandios podrán visitar Planilandia y los planilandios podrán llegar hasta Gotilandia. Cito, una vez más, del clásico imaginario *The Further Adventures of A Square (Nuevas aventuras del Cuadrado A):*

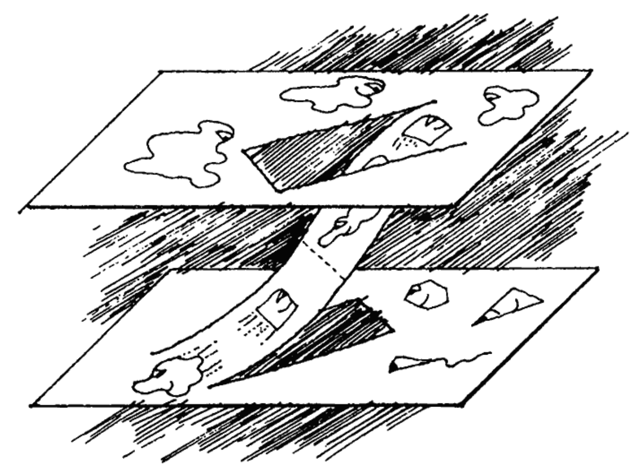


Fig. 112. Una tira de espacio conecta Planilandia con Gotilandia.

«La Otra-Puerta que el Cubo A construyó era muy singular. Reconozco que, para un espacilandio, toda la Conexión sólo parece una tira de espacio que se extiende desde nuestro territorio hasta el de Gotilandia. Pero para nosotros, la Otra-Puerta era una abertura sin marco ni dintel que descubría perspectivas totalmente nuevas. Esto, vista de frente. Vista por detrás, la otra puerta era negra, Nada, un agujero en el Espacio. Había que acercarse con gran cautela a toda el área que había detrás de la Otra-Puerta y se corría un gran riesgo, puesto que ahí no había Espacio en absoluto, al haberse utilizado éste para construir el Camino a Gotilandia.

»Yo mismo hice el viaje varias veces. Los gotilandios, aunque son Irregulares al máximo, es gente agradable, bucólica y complaciente. Algunos se aventuraron hasta nuestro plano, pero para ellos el viaje no era tan fácil. En realidad, más de uno encontró un intempestivo final mientras se trasladaba por el Camino desde un Espacio al otro. Debido a cierta torpeza y pesadez, los gotilandios encuentran difícil evitar deslizarse hacia la Nada absoluta que linda con el Camino. Y no hay regreso desde la Nada.»



Fig. 113. La Otra-Puerta.

El problema que presenta el sistema de conexión de un mundo a otro que se ilustra en la figura 112, es la existencia de espacio letal en los bordes. Pero, hay un modo mejor de conectar los planos.[33] [34]

33 «¡Oh, Gatita, qué hermoso sería si pudiéramos atravesar el Espejo y llegar a la Casa que hay allí! ¡Estoy segura que hay unas cosas tan bellas! Finjamos que hay un modo de llegar hasta ella. Gatita. Supongamos que el cristal se hace blando, como una bruma, para que podamos atravesarlo. ¡Vaya, se está transformando en una especie de niebla ahora! Será muy fácil atravesarlo...» Alicia se había subido a la repisa de la chimenea mientras decía esto, aunque no sabía cómo había llegado hasta allí. Y lo cierto era que el cristal *había* comenzado a fundirse, como una brillante nube plateada.
En un instante, Alicia había atravesado el cristal y saltó con agilidad dentro de la habitación del Espejo. Lo primero que hizo fue comprobar si había fuego en el hogar y se alegró al confirmar que había uno verdadero, que ardía con tanto resplandor como el que acababa de dejar atrás. «O sea que estaré tan caliente aquí como lo estaba en la antigua habitación», pensó Alicia: «más aún, en realidad, porque aquí no habrá nadie que me regañe y me diga que me aleje del fuego. ¡Oh, qué divertido será cuando me vean a través del espejo y no puedan cogerme!». (L. Carroll, *Through the Looking-Glass [A través del espejo]*, 1872.)

34 Al mirar hacia el interior vio varios abrigos colgados... la mayoría de ellos largos y de pieles. No había nada que le gustara tanto a Lucy como el olor y el tacto de las pieles. De inmediato entró en el armario y se metió entre los abrigos y restregó la cara contra ellos...

Después de un día de reflexión, el Cubo A, reapareció en mi estudio. Me estaban visitando tres Mujeres muy encumbradas y la repentina materialización de la sección transversal del Cubo las sumió en un éxtasis de temor. A sus ojos, yo era un mago y el Cubo, mi espíritu amigo. Deseaba deslumbrar a estos adorables Segmentos y, por tanto, actué como si lo fuera.

Yo: Hola, ¿qué hay humilde Hexaedro?

Cubo: He pensado un modo de arreglarlo, Cuadrado. Doblaré el camino formando un tubo y así desaparecerán todos los bordes.

Yo: Eso está bien. Vete ya y cumple mis órdenes.

Cubo: ¿Qué diablos estás diciendo?

Yo: ¡Fuera! ¡Vete de aquí!

Cubo: Un momento, miserable y aplastado...

Yo: Buena suerte, noble Señor.

Cubo: Eso está mucho mejor. Adiós.

La aparición se desvaneció y Una, la más atractiva de las tres damas, se me acercó con su cimbreo natural, una ondulación embriagadora. Ahí mismo, le prometí acompañarla hasta Gotilandia, o como prefería llamarlo ella, el Plano Astral.

Encontramos la Otra-Puerta muy cambiada. Mientras que antes, vista de frente, parecía una ventana a Gotilandia y por la parte posterior, una región de la Nada, ahora era igual desde cualquier perspectiva: una ventana como una lente, que parecía comprimir toda Gotilandia hasta reducirla al tamaño de un Disco. Mi amigo el Cubo se las había ingeniado para unir los bordes del espacio

---

«Debe ser un armario inmenso», pensó Lucy, a la vez que seguía avanzando y apartaba los suaves pliegues de los abrigos para abrirse paso. Entonces notó que había algo que crujía debajo de sus pies. «¿Serán bolas de naftalina para las polillas?», se preguntó, y se agachó para coger alguna. Pero, en lugar de encontrar la madera lisa y dura del suelo del armario, tocó algo blando, como polvo, y extremadamente frío. «Esto es muy extraño», dijo y avanzó uno o dos pasos.

En seguida notó que lo que rozaba su rostro y sus manos no era ya suave como la piel, sino duro, áspero e incluso espinoso. «¡Vaya, es como ramas de árboles!», exclamó Lucy. Y entonces vio que había una luz delante de ella; no a pocos centímetros donde debía estar la parte trasera del armario, sino muy lejos. Algo frío y suave caía sobre ella y se dio cuenta que estaba de pie en medio de un bosque en la noche, con nieve bajo sus pies y copos de nieve que caían por el aire. (C. S. Lewis, *The Lion, the Witch and the Wardrobe [El león, la hechicera* y *el armario]*, 1960.)

donde antes la Nada amenazaba al que viajaba de un mundo a otro.

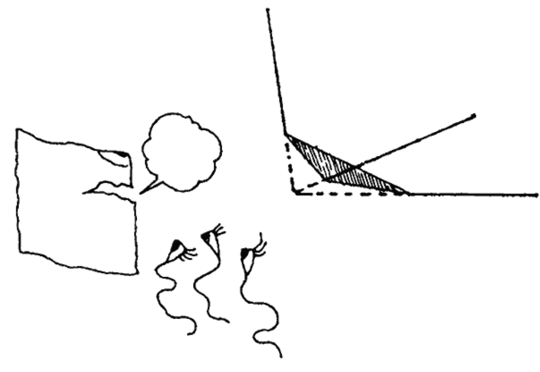


Fig. 114. Cuadrado A alardea ante las damas.

Nadie se había arriesgado todavía a pasar por la Otra-Puerta modificada Deseoso de afirmar mi conquista de Una, avancé con resolución hacia el misterioso Disco. Tenía la extraña apariencia de un Espejo circular, como los que adornan nuestros Árboles para las fiestas. Al escudriñar en su interior, pude vislumbrar gotilandios más y más pequeños, que menguaban al acercarse al punto central inconcebiblemente distante. Pero Una vibraba a mi lado y me instaba con su voz baja y melodiosa. «Vamos, Una», dije y me deslicé hacia delante, dentro del Disco fantástico que, de algún modo, contenía toda Gotilandia.

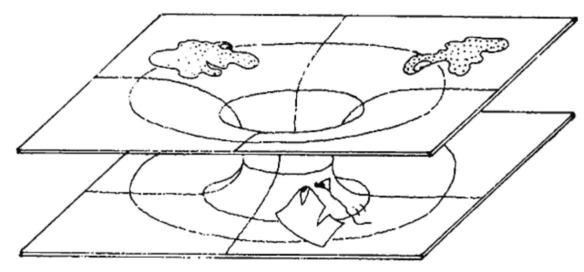


Fig. 115. Cuadrado A y Una en la boca del túnel del espacio.

Los gotilandios se veían encogidos y deformados por completo antes que atravesáramos la Puerta, pero ahora, al avanzar,

recuperaron su aspecto habitual. ¿Nos habríamos encogido también nosotros hasta alcanzar el tamaño de ellos? A nuestro alrededor se extendía el espacio infinito de Gotilandia. ¿Era esto el interior de un Disco mágico? Mis pensamientos fueron interrumpidos por los excitados gritos de Una.

Una: ¡Oh, mira, querido Cuadrado, ahora Planilandia es también un Disco!

Yo (volviéndome para contemplarlo): Es verdad. La Simetría Perfecta se ha impuesto. Visto a través del Túnel del Espacio. Planilandia es un Disco desde Gotilandia y Gotilandia es un Disco desde Planilandia. Lo he hecho todo para complacerte, mi Señora.

Una: Es hermoso, mi Señor. Mi Marido no puede perturbarnos en esta Tierra encantada.

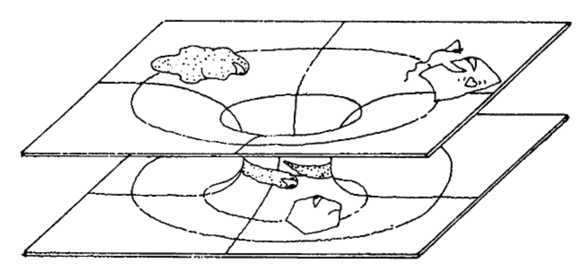


Fig. 116. Un gotilandio obstruye la visión de Hexágono A y le impide observar la cita transdimensional de Una.

Yo: Entonces, vayamos a divertimos, mi hermosa Una.

Una: Sí, vamos, mi Señor... aunque... mira el Disco de Planilandia. ¡Por allí se desliza mi Consorte, el Hexágono A!

Yo: Es pequeño e insignificante. Es una hormiga.

Una: Pero, querido Cuadrado, ¡crece a medida que se acerca al borde del Disco!

Yo *(a un gotilandio que pasaba por allí):* Hola, amigo, ¿no querrías hacerme un favor?

Gotilandio: Blub, yubba, gloop.

Yo (cogiéndolo con la boca): Simplemente tienes que estirarte (mmpf) así (mmpfmmp) y así, querido amigo. Y de este modo ocultarás nuestro Serrallo.

Así se hizo, y Una y Yo nos vimos libres para entregarnos a nuestro placer. Mi perfecta satisfacción sólo estaba empañada por

una pregunta: ¿Cómo era que el hecho de pasar por el Túnel del Espacio convertía Dentro en Fuera, y Fuera en Dentro?

Si contemplamos el túnel del espacio desde fuera de los planos de Planilandia y Gotilandia, podemos ver la respuesta a la pregunta de Cuadrado A. El paso del «agujero», o túnel espacial, está limitado por un círculo en cada uno de los dos mundos. Un planilandio que mire este círculo ve luz procedente de todas partes de Gotilandia... Por eso, le parece que Gotilandia está como comprimida para encajar dentro de un círculo. Del mismo modo, un gotilandio verá luz procedente de toda Planilandia como si viniera del paso circular del agujero.

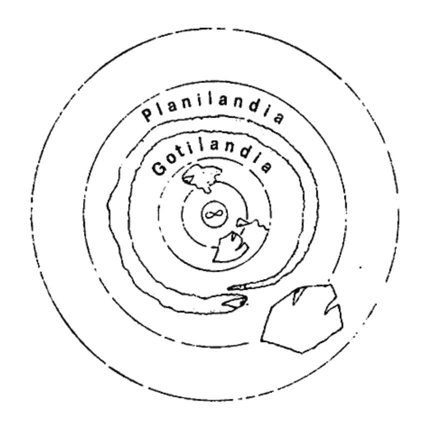


Fig. 117. Hexágono A cree que Gotilandia es un disco

Ahora, como hemos hecho ya tantas veces, vamos a imaginar que lo elevamos todo a una dimensión superior. Imaginemos que hay otro universo 3-D, «paralelo» al nuestro en un espacio 4-D. Si pudiéramos movemos *ana* a través del hiperespacio, podríamos llegar al otro universo. Pero nos resulta muy difícil movemos en la cuarta dimensión. ¿Cómo podríamos, entonces, llegar al otro universo? Pues, sencillamente, viajando a través de un túnel hiperespacial, un puente Einstein-Rosen. ¿Y qué aspecto tendría ese túnel hiperespacial? La entrada sería como una esfera que contuviese todo el otro universo, increíblemente encogido y deformado. Si nos zambulléramos de cabeza en la esfera, sentiríamos como si pasáramos a través de

ella. Pero luego, al mirar a nuestro alrededor advertiríamos que ahora estábamos en el otro universo, y al mirar atrás por el túnel hiperespacial veríamos una esfera que parece contener todo nuestro Universo, increíblemente comprimido y distorsionado.



Fig. 118. Túnel hiperespacial hacia otro universo.

Existe, en realidad, un objeto muy familiar que se parece a la entrada de un puente Einstein-Rosen: una bola de vidrio de las que adornan el árbol de Navidad. Un espejo esférico así refleja, en principio, todo el universo que lo rodea. Cuanto más lejos de la superficie del espejo se encuentra un objeto, más cerca del centro del espejo parecerá estar su imagen. Por supuesto, si miráramos por la entrada de un túnel hiperespacial hacia *otro* universo, no veríamos la imagen en el espejo de nuestro Universo, sino algo parecido a la imagen en el espejo de otro universo.[35]

35 Joe notó algo brillante en el montículo que seguía al contiguo. Una pequeña esfera brillante, como una gran bola de cojinete o como una bola de cristal azogado del árbol de Navidad. Una cosa extraña para encontrarla en un campo de espárragos.
Saltó sobre el montículo intermedio y se inclinó hacia la pequeña bola espejada. Ahí dentro estaba el cielo, y su rostro y el horizonte y el campo. Claramente. Pero...
Un momento. No era *igual*. El campo de la pequeña imagen reflejada era color rosa y lleno de imponentes... maquinarias, que disminuían hacia el centro de la imagen. Peor aún, la cara distorsionada que miraba a Joe no era la suya, después de todo... no era la de ningún ser humano...

¿Hay alguna manera (si exceptuamos la intervención milagrosa de un ser de una dimensión superior) de que un puente de Einstein-Rosen pueda realizarse en nuestro Cosmos? Sí. Si en realidad hay otros universos 3-D paralelos al nuestro, puede ser que un objeto lo suficiente denso pueda formar una protuberancia que abulte lo bastante nuestro espacio para que toque otro espacio. De este modo, los dos espacios podrían unirse como películas jabonosas que se han puesto en contacto.

Para ilustrar de manera sencilla lo que se ha dicho, vamos a operar con una sección transversal de las dos Planilandias paralelas. Como ya sabemos, la presencia de materia hace que el espacio se combe hacia fuera y forme una protuberancia. Ahora bien, del mismo modo que el tacón alto de una mujer mella más profundamente una estera de goma que el tacón más ancho de un hombre, resulta que, *cuanto más densa es la materia, mayor es la distorsión del espacio.* Si nuestro Sol pudiera reducirse a un tamaño más pequeño, distorsionaría mucho más el espacio.

El Sol es, de manera fundamental, una bola de gas caliente. La atracción gravitacional de las partículas del Sol entre sí actúa en el sentido de reducir su tamaño. La agitación termal de las partículas gaseosas calientes actúa en el sentido de aumentar su tamaño. Las dos fuerzas se equilibran y mantienen el Sol en el tamaño que tiene. Al final, sin embargo, el Sol se enfriará. Al enfriarse, habrá menos presión hacia fuera, y la gravedad podrá hacer que el Sol reduzca su tamaño y se haga más denso. Esta compresión aumentará de nuevo la temperatura del Sol por un tiempo, pero, a la larga, se enfriará otra vez y se contraerá aún más.

Movía la boca. Llamaba a los otros. Más rostros se apiñaron. Dos, tres, cinco... pequeños y deformados por la curva del espejo.

Joe jadeó y dio un paso atrás, luego avanzó y dio un puntapié a la bola, que rodó por el montículo. Nada cambió en la imagen. La figura central levantaba una mano de tres dedos y hacía señas. La boca, levemente femenina, se movía sin emitir sonidos. Sobre la cabeza de la figura, Joe vio un minúsculo avión-cohete que se desplazaba por el cielo curvado y se alejaba cada vez más y más perdiéndose hacia el punto central infinitamente distante. Había todo un universo allí. (Rudy Rucker, *The Last Einstein-Rosen Bridge [El último puente de Einstein-Rosen]*, 1983.)

Todas las estrellas pasan por este proceso gradual de contracción a medida que envejecen. Según la masa inicial de las estrellas, son posibles diversos finales. Si en algún punto una estrella se contrae con demasiada rapidez, hace explosión y forma una nova o una supernova. Si la estrella no es muy masiva en sus comienzos, puede contraerse y formar una masa de metal sólida y resplandeciente. Si es un poco más masiva, se comprimirá más por colapso de los átomos metálicos. Los protones se combinan con los electrones para formar neutrones, y se tiene una «estrella de neutrones» fantásticamente densa. Estas estrellas están formadas por una sustancia llamada *neutronium*, cuya masa es de alrededor de mil millones de kilogramos por centímetro cúbico.

La contracción es más impresionante si la masa de la estrella es tan grande que el neutronium termina por aplastarse, por colapsarse. En estos casos, la estrella se encoge y alcanza un volumen cada vez más pequeño... y puede llegar incluso al tamaño de un punto. Estas estrellas superdensas que han experimentado un colapso gravitacional son los «agujeros negros», de los que se oye hablar tan a menudo. Este nombre se debe a que, si una estrella es lo suficientemente densa, su atracción gravitacional se hace tan fuerte que la luz no puede escapar de ella. En otras palabras, una estrella que se hace tan densa adquiere el aspecto de una esfera negra, sin luz, en el espacio, una región que no emite ninguna luz en absoluto. Evidentemente, es difícil «ver» un agujero negro, pero una serie de observaciones indirectas parecen indicar que en realidad hay unos cuantos agujeros negros flotando en el espacio.[36]

36 De todas las concepciones de la mente humana, desde los unicornios y las gárgolas hasta la bomba de hidrógeno, la más fantástica es, quizás, el agujero negro: un agujero en el espacio con un borde definido por el cual puede caer todo y nada puede escapar; un agujero con un campo gravitacional tan fuerte que incluso la luz queda atrapada en su puño; un agujero que curva el espacio y retuerce el tiempo. Como los unicornios y las gárgolas, los agujeros negros parecen estar más cómodos en la ciencia ficción o en los antiguos mitos que en el universo real. Sin embargo, las leyes de la física moderna exigen virtualmente que los agujeros negros existan. Sólo en nuestra Galaxia puede haber millones de ellos.

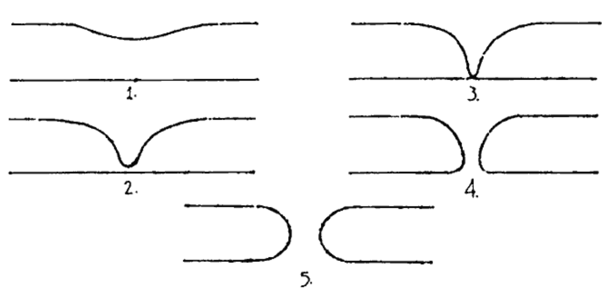


Fig. 119. Una estrella que experimenta un colapso gravitacional puede formar un puente de Einstein-Rosen.

Como se indica en la figura 119, si una estrella masiva o agujero negro distorsiona lo suficiente el espacio, es posible que pueda crearse un puente Einstein-Rosen a otro universo. Precipitarse por la clase adecuada de agujero negro puede llevar a un mundo diferente. El tema del agujero-negro-como-puerta-de-entrada-a-otra-realidad se utilizó de un modo divertido en la película de Walt Disney *The Black Hole (El agujero negro).* Al final de la película los buenos y los malos caen todos en un gran agujero negro. El agujero resulta ser un puente de Einstein-Rosen con dos salidas: ¡cielo e infierno! Este tipo de idea se remonta al hiperespacio de los teólogos del tiempo de Abbott.

Es posible que haya un agujero de gusano, o puente Einstein-Rosen, que lleve de nuevo al mismo espacio del que hemos partido. Esto puede ser importante. Veamos por qué.

La búsqueda de agujeros negros se ha convertido en una empresa fundamental entre los astrónomos en la última década. Ha producido docenas de candidatos esparcidos por todo el cielo. Al principio, la tarea de probar de modo concluyente que cualquiera de ellos era de verdad un agujero negro parecía imposible. En los últimos dos años, no obstante, una impresionante cantidad de evidencia circunstancial en la constelación del Cisne ha llevado a la determinación de Cisne X-l. La evidencia hace que yo y la mayoría de los astrónomos que lo han estudiado, demos por seguro, con un margen del 90% de certeza, que en el centro de Cisne X-l hay un agujero negro. (Kip S. Thome, *The Search for Black Holes [La búsqueda de agujeros negros]*. 1974.)

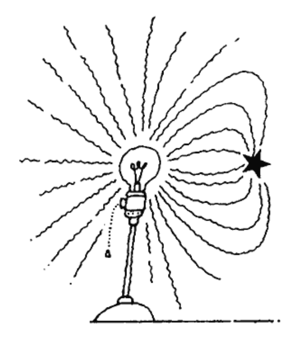


Fig. 120. Un agujero negro absorbe luz.

Según la teoría de la relatividad de Einstein, nada puede desplazarse a mayor velocidad que la luz. Esto ha representado siempre una seria limitación para los escritores de ciencia ficción meticulosos. La luz tarda cuatro años para llegar a la estrella Alfa de Centauro, el vecino más cercano del Sol... Y cualquier conversación o intercambio cultural que se desarrolla con unos intervalos de cuatro años, será un poco aburrida de mantener. Si lo que interesa es viajar a otra galaxia, la situación es mucho peor: nuestro vecino galáctico más cercano es la Gran Nube de Magallanes que se encuentra a más de diez mil años luz.

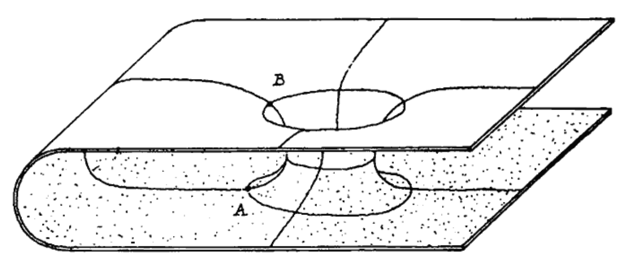


Fig. 121. El agujero de gusano es un atajo entre A y B.

Los escritores de ciencia ficción suelen evitar este problema mediante la suposición de que: 1) nuestro espacio está curvado sobre sí mismo, y 2) hay puentes Einstein-Rosen o agujeros que conectan los diversos pliegues. Si se encuentra el

túnel hiperespacial correcto, un viaje muy largo puede reducirse a una distancia accesible. Uno de los primeros escritores que utilizó este ardid fue Robert Heinlein, el padre de la moderna ciencia ficción. La analogía es con una hormiga en una bufanda de seda. Normalmente, la hormiga tardaría mucho tiempo para arrastrarse de un extremo a otro, pero si la bufanda está arrugada en pliegues, la hormiga puede abandonar la superficie de la tela y encontrar un camino más corto y directo a través del espacio 3-D.

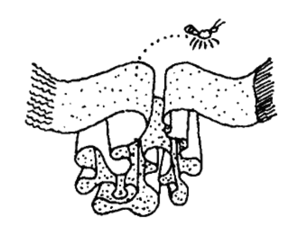


Fig. 122. Un salto hiperespacial.

Por supuesto, el hecho de poder tomar un atajo depende también de que exista un puente Einstein-Rosen utilizable en el emplazamiento adecuado. Algunos escritores de ciencia ficción solucionan este problema haciendo que sus viajeros espaciales *creen* puentes E-R cuando se necesita. En el sobrecogedor *Macroscope (Macroscopio)* de Piers Anthony, el sistema de viajar es meterse dentro de un objeto grande (p. ej., el planeta Neptuno), usar un rayo milagroso para hacer que el objeto se colapse hasta el tamaño de un agujero negro, y luego salir disparado por el agujero negro para llegar a un mundo diferente.

Si pudiéramos manipular la curvatura del espacio a nuestra voluntad, existiría entonces un medio alternativo interesante para viajar por el hiperespacio. En lugar de construir un túnel que nos lleve a otro espacio, pondríamos pellizcar una pequeña hiperesfera de nuestro espacio y dejarnos flotar en ella. Esto tendría sus riesgos, por supuesto, ya que no habría modo de predecir dónde y cuándo la burbuja espacial encontraría otro universo. Pero una cosa buena del sistema de salir del espacio de esta manera, es que no dejaría un agujero detrás.

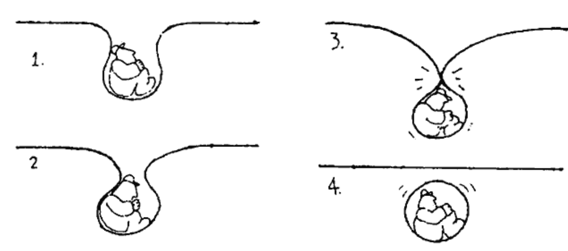


Fig. 123. Un pellizco de espacio.

Hasta aquí hemos discutido, en este capítulo, cómo se podría viajar por el hiperespacio a otros universos y hemos indica- do que este tipo de viaje puede ser también útil para encontrar atajos que nos llevaran de una región de nuestro espacio a otra. Una cuestión que aún no hemos tocado es si en realidad *hay* otros universos.

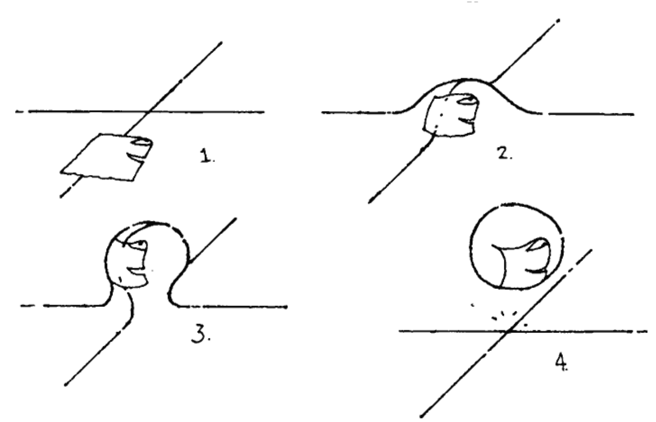


Fig. 124. Cuadrado A viaja en una esfera del espacio.

Como se ha insinuado en el capítulo anterior, es posible, de un modo abstracto, tratar la distorsión gravitacional del espacio como una clase de extensión y contracción del espacio plano, en oposición al abultamiento del espacio plano hasta entrar en contacto con alguna dimensión superior. Muchos científicos

piensan que el «espacio curvo» es simplemente una frase vistosa y que en realidad no hay nada fuera de nuestro espacio de tres dimensiones. Para estos pensadores más bien cautelosos el Universo visible es todo lo que existe y cualquier elucubración sobre universos alternativos es sólo un sueño vacuo.

Pero si tomamos en serio la cuarta dimensión, parece natural suponer que puede haber otros universos. Todos estos universos en conjunto forman una entidad mucho mayor, que se conoce como el Cosmos o el superespacio. En la doctrina cristiana tradicional, el Cosmos tiene tres capas paralelas: el cielo, nuestro mundo y el infierno. Los teósofos sostienen que el Cosmos tiene siete capas, de las cuales seis son «astrales». Una idea común en la ciencia ficción es que hay infinitos universos paralelos; cada uno de los cuales existiría en alguna parte. Una variación de esta última idea ha sido incorporada en la moderna mecánica cuántica, y volveremos a ella en capítulos posteriores.

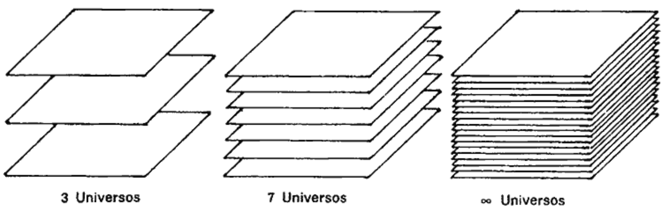


Fig. 125. Mundos paralelos.

Posiblemente, el punto de vista menos interesante sobre la cuestión de cuántos universos hay, es el que dice: «Todo esto no tiene sentido. Nadie sabe cómo detectar otro universo y, puesto que las afirmaciones sobre ellos no pueden ser sometidas a una inmediata comprobación científica, estas afirmaciones no significan absolutamente nada.»

Este punto de vista combina dos suposiciones: 1) Ver es *creer*, es decir, si algo es real podemos hallar un medio para observarlo, y 2) No hay *nada nuevo bajo el sol*, es decir, ya hemos observado todo lo que se podía observar. La primera suposición es básica para la escuela filosófica del positivismo

lógico, una consecuencia moderna del empirismo tradicional británico. Para los positivistas o empiristas, el mundo es en esencia equivalente a la suma total de todas las experiencias sensoriales posibles. No tengo problemas con esta afirmación; en realidad, defenderé una posición similar en la parte III. Es la segunda suposición la que objeto. Nadie ha encontrado, *todavía* una manera de observar los otros universos, lo acepto. Pero esto no prueba, automáticamente, que *nunca* habrá un modo de «ver» los otros mundos.

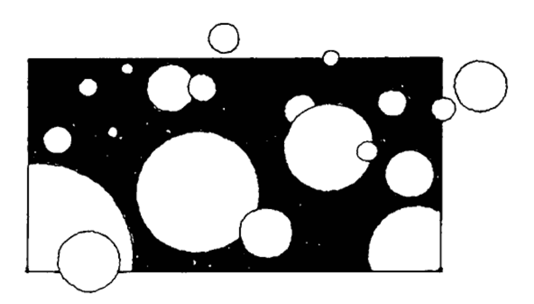


Fig. 126. Universos hiperesféricos que flotan en el hiperespacio.

Se especuló sobre los átomos cientos de años antes de que existiese la menor esperanza de detectar un átomo individual. Y si nadie hubiera hablado jamás de los átomos, los medios para detectarlos tal vez nunca se habrían desarrollado. Hablar de otros universos sería un pasatiempo más respetable si ya hubiéramos podido observarlos. Pero, a menos que prosigamos y tratemos de imaginar modos en que esto pueda ocurrir, ese día no llegará jamás. Ya hemos visto que algo como los puentes de Einstein-Rosen pueden existir como auténticos caminos hacia otros universos. Lo que quiero hacer ahora es considerar otros modos en que estos universos puedan conocerse.

Con el solo objeto de no perdernos en un mar de posibilidades, vamos a limitarnos a un modelo bastante razonable del Cosmos: un hiperespacio cuatridimensional con una serie de hiperesferas flotando en él. Cada una de estas hiperesferas constituye un universo. Podríamos considerar estas hiperesferas como burbujas en un fluido; alternativamente, podemos

considerarlas como planetas que flotan en el espacio. En términos de seres bidimensionales, estamos considerando un conjunto de Esferilandias.

Acertijo 8.1

¿Qué sucedería si el gotilandio de la figura 116, estrangulara el paso del túnel espacial hasta reducirlo al tamaño de un punto?

Solución

Si estamos limitados a la hipersuperficie 3-D de nuestra hiperesfera, ¿hay algún modo de que podamos conocer la existencia de las demás hiperesferas? Una manera muy dramática en que esto pudiera ocurrir sería si uno de los otros universos chocara contra el nuestro. Imaginemos lo que vería un esferilandio si su burbuja espacial chocara y se uniera con otra burbuja espacial.

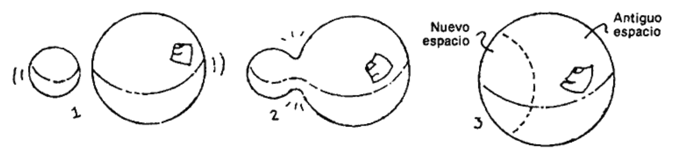


Fig. 127. Dos espacios al fusionarse.

El efecto, en nuestros términos, sería como si todas las estrellas visibles se desplazaran hacia el horizonte y dejaran sitio para todo un conjunto de nuevas estrellas en el zenit. Por supuesto, si el otro espacio fuera considerablemente más pequeño que el nuestro, el efecto sería menos impresionante. Si una pequeña hiperesfera se fundiera con la nuestra, percibiríamos este proceso como un punto muy luminoso en el cielo. Es concebible, pues, que las fuentes de luz brillantes y lejanas conocidas como quasars (por «quasi-stellar-object», o sea, objetos casi estelares) sean puntos donde pequeñas hiperesferas llenas de energía están en proceso de unirse con nuestra hiperesfera.

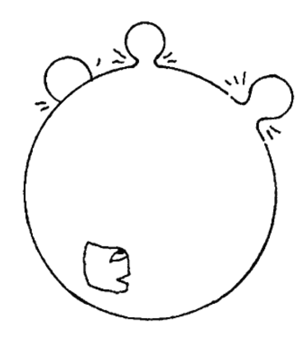


Fig. 128. ¿Quasars?

Acertijo 8.2

Un puente Einstein-Rosen tendría un aspecto algo semejante a un espejo esférico, con la rara propiedad de que el mundo del espejo sería en realidad diferente del mundo exterior al espejo. Imagínese ahora un espejo plano común con la propiedad de que el mundo que se ve en él no es igual al mundo que está en nuestro lado del espejo. ¿Qué tipo de conexión entre dos espacios se describe aquí? *Solución*

¿Pero, hay efectos menos obvios y a menor escala que puedan indicar la existencia de otros espacios hiperesféricos? Al reflexionar sobre esta cuestión, es útil imaginar la situación de un hombre ciego de nacimiento. Supongamos que se le ha metido en la cabeza que el Sol, la Luna, los demás planetas, las estrellas, etc., no existen. Supongamos que insiste en que el espacio es un inmenso vacío que sólo contiene un objeto: el planeta esférico Tierra. ¿Cómo se le podría convencer de que está equivocado?

Puedo considerar de inmediato tres formas de enfocarlo: 1) Pueden enseñársele a ser lo suficiente sensible a la radiación calórica para que pueda «sentir» el paso del Sol en su recorrido por el cielo. O se puede acoplar un telescopio a una célula fotoeléctrica que controle el volumen de un pequeño zumbador. Al mover el telescopio, el hombre aprenderá a percibir las es-

trellas como «puntos ruidosos». 2) Se podría hacer que advirtiera el ascenso y descenso de las mareas, y explicarle que esto se debe a la atracción gravitacional de la Luna. 3) Se podría hacer que advirtiera los diversos efectos de la rotación de la Tierra: el abultamiento del ecuador, la fuerza llamada de Coriolis y la existencia de los polos. Y entonces se le podría argumentar que si en realidad la Tierra gira, debe girar con respecto de otros objetos celestes.

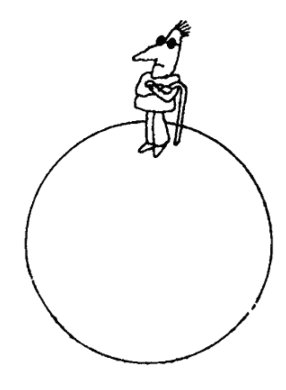


Fig. 129. Ciego y obstinado.

Vamos a considerar ahora las analogías con dimensiones superiores de estas tres maneras de percibir otros mundos.

1. A menos que otra hiperesfera toque la nuestra, no hay manera de que la luz deje su espacio y llegue hasta el nuestro. Por tanto, no podemos esperar que la veamos. Hasta donde sabemos, cualquier otro tipo de radiación también quedará confinada al espacio 3-D en que se origina. Por tanto, no parece muy probable que algún tipo de adiestramiento o de equipo pueda ayudamos a «ver» las otras hiperesferas. Nuestra situación es, después de todo, como la de un polígono de Esferilandia... no como la de un ciego en la Tierra. Y no parece existir una razón valedera para que alguna Esferilandia envíe radiaciones a otras Esferilandias. Una segunda dificultad es que aun en el caso de que una radiación hiperdimensional de otro espacio entrara en el nuestro, la radiación no se localizaría en un punto particular. En el mejor de los casos,

aquellas regiones del espacio que quedaran más cerca de las otras hiperesferas presentarían más radiación.

2. La gravedad no es tanto un tipo de radiación como una condición del espacio. Es concebible que haya una analogía superdimensional de la gravitación, por lo cual los objetos cuatridimensionales distorsionarían el hiperespacio en que flotan. Del mismo modo que el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra produce un abultamiento que se mueve por la superficie terrestre, podemos suponer que una hiperesfera cercana podría producir una distorsión en la forma de nuestra propia hiperesfera. Pero, si los aparatos científicos modernos no son lo suficiente sensibles para medir el radio de nuestra hiperesfera, lo son menos aún para medir las variaciones «maréales» de este radio.
3. Este enfoque es, posiblemente, el más importante. Dado que en nuestro Universo no hay precedentes de esferas carentes de movimiento de rotación, parece bastante probable que la hiperesfera que constituye nuestro espacio, también gire. Y, como argumentaré a continuación, si nuestro espacio gira, es casi seguro que existen otros espacios además del nuestro. Este último movimiento no parecerá obvio de inmediato: se basa en una noción poco conocida en general que se denomina principio de Mach. Ernst Mach (1838-1916) formuló este principio para explicar la *inercia* de los objetos, es decir, su tendencia a resistir el movimiento. Mach señala que si un objeto estuviera totalmente solo en el espacio vacío, no tendría sentido decir que el objeto experimenta una rotación o una aceleración. En efecto, un objeto solo en el espacio vacío no tendría inercia, ni peso, ni resistencia a ser movido. Por tanto, argumenta Mach, el hecho de que un objeto en la Tierra tenga peso es consecuencia de la existencia de todas las distantes estrellas y galaxias. Del mismo modo, el hecho de que advirtamos el movimiento de rotación de la Tierra también es resultado de la presencia de estrellas lejanas. Si generalizamos el principio de Mach al hiperespacio, llegamos a la conclusión de que si podemos encontrar pruebas de que nuestro Universo hiperespacial gira, tendremos buenas razones para creer que hay otros universos *respecto a los cuales*

nosotros giramos. Correcto. Ahora, la cuestión es la siguiente: ¿Qué tipo de prueba sobre la rotación de nuestro Universo podríamos esperar encontrar?

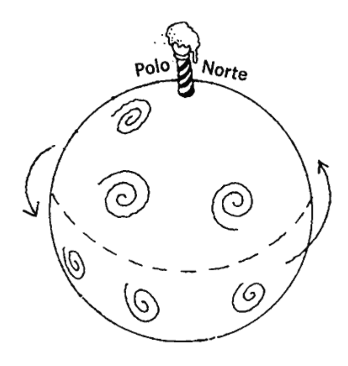


Fig. 130. Esfera en rotación con huracanes.

Pues bien... ¿Cómo puede saber el ciego que la Tierra gira? Uno de los efectos principales de la rotación de la Tierra es que, en lugar de ser una esfera perfecta, está abultada en el ecuador y aplastada en los polos. Pero, como ya se ha dicho, no podemos medir la curvatura de nuestro Universo y, mucho menos, la desviación de esta curvatura con respecto a la hiperesfericidad perfecta. Otro efecto muy importante del movimiento de rotación de la Tierra es la existencia de la fuerza de Coriolis. Esta fuerza es la que hace que los huracanes giren en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio norte y en sentido contrario en el hemisferio sur.

Acertijo 8.3

En el capítulo anterior, dije que había tres modos de acomodar Planilandia dentro de un sótano, pero sólo describí dos: curvar Planilandia transformándola en una esfera o encogerla infinitamente para que encajara dentro de un cuadrado. ¿Cuál es la tercera? *Solución*

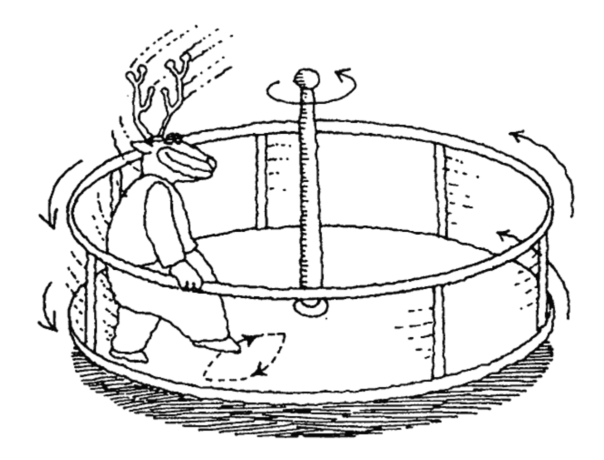


Fig. 131. La fuerza de Coriolis en la vida cotidiana.

¿Cómo opera la fuerza de Coriolis? Para verla en acción, acérquese a un parque de juegos infantiles que tenga uno de esos tiovivos que se hacen funcionar manualmente. Súbase a él, hágalo girar, mire hacia el centro y deje que su pierna derecha cuelgue flojamente hacia atrás y hacia delante. Notará que cuando su pierna se mueve hacia el centro, una fuerza misteriosa la empuja hacia la derecha y, cuando se mueve alejándose del centro, una fuerza la empuja hacia la izquierda. Ésta es la fuerza de Coriolis, que es el resultado de la rotación relativa del tiovivo con respecto al resto del Universo. Si el tiovivo fuera el único objeto del Universo, no tendría sentido decir que gira y usted no sentiría, de hecho, ninguna fuerza de Coriolis. Volviendo por un momento a la pierna que se balancea, obsérvese que el resultado neto de la fuerza de Coriolis es la transformación de un simple movimiento de balanceo en un movimiento circular en el sentido de las agujas del reloj. La misma fuerza, en mayor escala, es la que hace que las masas de aire giren en espiral en el sentido de las agujas del reloj en el hemisferio norte de la Tierra.

El hecho de que los huracanes tiendan a girar de manera distinta en diferentes partes del mundo constituye una clara asimetría. Si pudiéramos hallar alguna asimetría profunda en el comportamiento de la materia en una parte del espacio, podríamos sospechar que esta asimetría es resultado de alguna propiedad general del Universo. No tengo sugerencias muy específicas en cuanto a qué tipo de asimetrías deberíamos buscar, pero un principio universal es que podríamos esperar encontrar la asimetría crucial en el dominio de las partículas muy pequeñas. ¿Por qué? Mi impresión es que si nuestro espacio tiene un leve espesor en la cuarta dimensión, entonces las partículas muy pequeñas pueden gozar de cierta libertad de movimiento cuatridimensional y, por tanto, pueden ser más susceptibles a las influencias del hiperespacio. La situación se complica por el hecho de que la rotación de una hiperesfera en el hiperespacio es más compleja que la rotación de una esfera en el espacio.[37]

---

37 «No sé cómo explicártelo; se requieren ecuaciones. Pero, ¡veamos! ¿me prestas un momento el pañuelo que usas?»
«Bueno, ¡seguro!» Ella se lo quitó del cuello.
Llevaba estampado un dibujo estilizado del Sistema Solar, un recuerdo del Día de la Asociación de la Energía Solar. En el centro del cuadrado de tela estaba el Sol radiante convencional rodeado por círculos que representaban las órbitas de los planetas, con algunos cometas por allí. La escala estaba totalmente falseada y no servía como imagen estructural de nuestro Sistema, pero bastaba.
Max lo cogió y dijo: «Aquí está Marte.»
Eldreth replicó: «Lo has leído. Eso es hacer trampas.»
«Espera un momento. Aquí está Júpiter. Para ir de Marte a Júpiter debes ir de aquí hasta aquí, ¿no es así?»
«Obviamente.»
«Pero supongamos que doblo el pañuelo de modo que Marte esté junto a Júpiter. ¿Qué nos impide pasar de uno a otro?»
«Nada, supongo. Sólo que lo que funciona en el pañuelo puede no ser igual en la práctica. ¿No te parece?»
«No, no tan cerca de un astro. Pero sí funciona si te alejas lo suficiente de él. Verás, esto es lo que se llama una anomalía, un lugar donde el espacio se ha doblado sobre sí mismo y ha transformado una gran distancia en ninguna distancia... La demostración matemática de esto es simple, pero es difícil hablar de ello porque no puede verse. El espacio —*nuestro* espacio— puede encogerse hasta llegar a ser tan pequeño como para embutirse en una taza de café, todos sus cientos de miles de años luz. En una taza de café cuatridimensional,

Pero ya está bien de este tipo de sutilezas. Si hay o no otros universos no es tan importante como la comprensión de que nosotros somos partes integrales de éste. El tejido del espacio nos une a todos; todos nosotros somos pequeñas olas en el seno del mar del éter. El espacio no es una abstracción muerta, sino más bien una cosa viva y en movimiento. Somos pequeños seres en este espacio y, aunque resulte sorprendente, tenemos la capacidad de especular acerca de la forma general del propio espacio.

por supuesto.» (Robert A. Heinlein, *Starman Jones [Jones, el hombre de las estrellas]*, 1953.)

TERCERA PARTE

CÓMO LLEGAR HASTA ALLÍ

IX. DIARIO DEL TIEMPO Y DEL ESPACIO

Lunes, 15 de noviembre de 1982

Si no fuera por el tiempo, podría vivir eternamente. ¿Tiene sentido esto? Si no fuera por el espacio, podría estar en todas partes. ¿Hay alguna diferencia? Quiero regresar a mis felices días de universidad. Quiero ser de nuevo un recién casado. Quiero tener noventa centímetros de altura y sentarme en el regazo de mi madre. No quiero morir. Quiero ver el futuro. El tiempo no me lo permite. Matemos el tiempo. Rebasemos el tiempo. Extendámonos a través del tiempo y apresemos la eternidad. Entonces no habrá tiempo. Ya no hay tiempo.

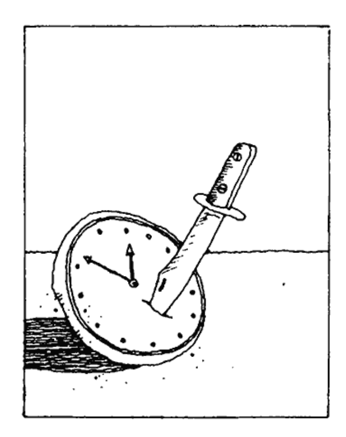


Fig. 132. Matemos el tiempo.

Más tarde. ¿Odias el tiempo? Los despertadores, por supuesto. Lo peor es cuando adelantan la hora para aprovechar la luz solar. ¿Cómo pueden escamotear una hora así como así? ¿Recuerdan cuando, en 1978, Nixon escamoteó *dos* horas por razón de las compañías petroleras?

Mi madre solía decir: «Cuanto mayor me hago, más rápido pasa el tiempo. Los años vuelan. En cuanto me distraigo, ya estamos de nuevo en Navidad o en el Día de acción de gracias.» En las fiestas, el tiempo se acelera o se hace más lento como una película fuera de control. Diez minutos parecen dos horas, pero la próxima vez que miras el reloj, son las tres de la madrugada. El tiempo de los aeropuertos. El tiempo del sexo. El tiempo de las calles. Rápido o lento, todo pasa.

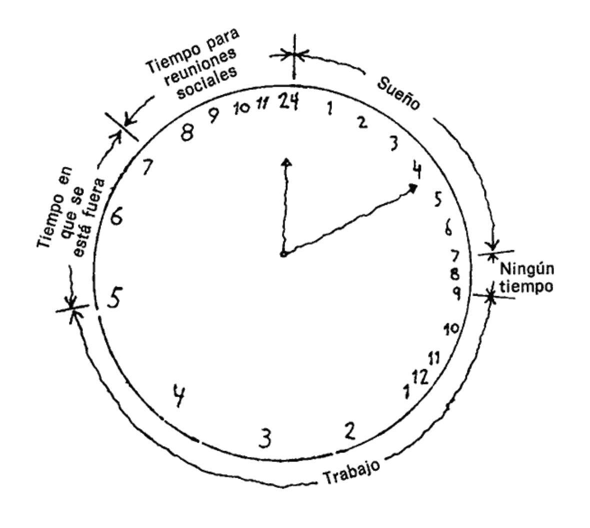


Fig. 133. Rápido y lento.

Ésta fue la gran conclusión a que llegué hace veinte años. Todo pasa. Aquí estoy frente a la puerta del baño y ¿cómo puedo llegar hasta el lavabo? ¿Cómo se puede hacer para que acabe de una vez la escuela secundaria? ¿Cómo puedo hacer para terminar la universidad? ¿Cuándo me casaré por fin? Pero, aquí estoy en el lavabo, he pasado la puerta, tengo un doctorado, estoy casado y tengo tres hijos y han pasado veinte años. Aquí estoy, vivo, ¿y, cómo puedo morir nunca? Pero moriré, sé que moriré, lo sé en el fondo de mi alma.

La muerte. Es como el acertijo básico que se nos plantea a cada uno de nosotros cuando nacemos. *¡Eh, tú, estás vivo*

ahora! ¿No es magnífico? Algún día morirás y *todo habrá terminado. ¿Qué puedes hacer con respecto a esto?* ¡Es horrible, es aterrador, es bastante para que una persona se suicide!

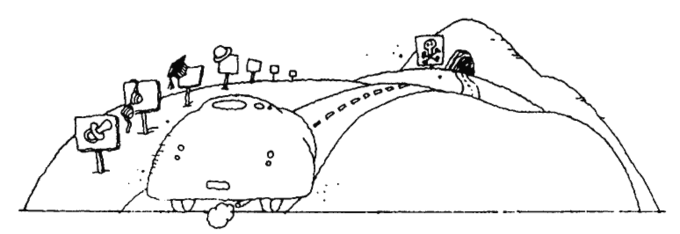


Fig. 134. Todo pasa.

Si el tiempo no pasara, estaría aquí siempre, escribiendo este mismo capítulo. Me asusta la muerte. Me gustaría pensar que, en realidad, el tiempo no pasa. Lo que haré en este capítulo es presentar algunas justificaciones científicas para apoyar la creencia de que el paso del tiempo es una ilusión.[38]

La gente suele considerar que el mundo es un espacio tridimensional que cambia con el transcurso del tiempo. El pasado se ha ido, el futuro no existe aún, sólo el presente es real. Pero hay otro modo de considerar el mundo: podemos contemplarlo como un *universo-bloque.* Y cuando lo consideramos así reunimos todo el espacio y el tiempo para formar un único e inmenso objeto. Este universo-bloque está formado por *espacio-tiempo.* El espacio-tiempo es cuatridimensional: tres dimensiones espaciales más una dimensión temporal. Contemplar el espacio-tiempo desde fuera, significa estar fuera de la historia y ver las cosas *sub specie aeternitatis.*

38 *Philosophia perennis,* la frase fue acuñada por Leibniz, pero la cosa (la metafísica que reconoce una Divina Realidad sustancial al mundo de las cosas y de las vidas y de las mentes; la psicología que halla en el alma algo semejante, o incluso idéntico, a la Divina Realidad; la ética que sitúa como fin último del hombre el conocimiento del Fundamento trascendente e inminente de todos los seres), la cosa es inmemorial y universal. (Aldous Huxley, *The Perennial Philosophy [La filosofía perenne]*, 1944.)

«Espacio-tiempo» puede parecer algo demasiado técnico y apartado de la vida ordinaria. Pero revelaré que es un concepto más natural que el del «espacio que cambia con el tiempo».

Suponga que usted trabaja en un despacho a kilómetros de su casa. A las 7:00 ve su dormitorio; a las 10:00 ve su escritorio. Un día a las 10:00 se sienta en su despacho y se pregunta qué es real. Si cree que el mundo consiste en un espacio que cambia con el tiempo, está más o menos obligado a considerar que el pasado se ha ido. Por tanto, percibirá que su dormitorio de las 10:00 existe, pero el de las 7:00 no existe. Sin embargo, su dormitorio de las 10:00 no es algo que pueda *ver,* sentado en su despacho. ¿No sería más razonable creer que el dormitorio de las 7:00 (que *ha visto* y que puede recordar muy bien) es real y que es el de las 10:00 el que tiene una existencia dudosa?

Fig. 135. ¿Qué es real?

Mi mundo es, en un análisis último, la suma total de todas mis sensaciones. Estas sensaciones pueden disponerse de un modo más natural como una estructura en el espacio-tiempo cuatridimensional. Mi vida es una especie de gusano cuatridimensional incrustado en el universo-bloque. Lamentarse de que mi gusano vital tenga sólo (vamos a decir) setenta y dos años de largo, es quizá tan tonto como lamentar que mi cuerpo tenga sólo un metro ochenta de largo. La eternidad está totalmente fuera del espacio-tiempo. La eternidad es ahora mismo.

Ésta no es en absoluto una idea nueva. La enseñanza de que toda la historia es un eterno Ahora está en el centro de todas las

tradiciones místicas clásicas. En uno de sus sermones, el sacerdote Meister Eckhart del siglo XIV expresó esta idea básica de una manera más vivida que nadie antes o después de él:

«Un día, ya sea hace seis o siete días o hace más de seis mil años, está tan cerca del presente como lo está ayer. ¿Por qué? Porque todo el tiempo está contenido en el Ahora presente.

»Hablar del mundo como si Dios lo hubiera hecho mañana o ayer, no tiene sentido. Dios hace el mundo y todo lo que hay en él en este Ahora presente. El tiempo que ha pasado hace mil años es ahora tan presente y está tan cercano a Dios como este mismo instante.»

Compartamos o no la creencia de Eckhart sobre Dios, la imagen del espacio-tiempo creado conjuntamente es muy poderosa. Cada vez que leo estas palabras, me imagino a un imponente viejo de barba blanca que lanza un cubo de pintura contra la pared de un granero. *¡Zas!:* aquí está todo el espacio-tiempo, creado todo de una vez, creado ahora mismo.

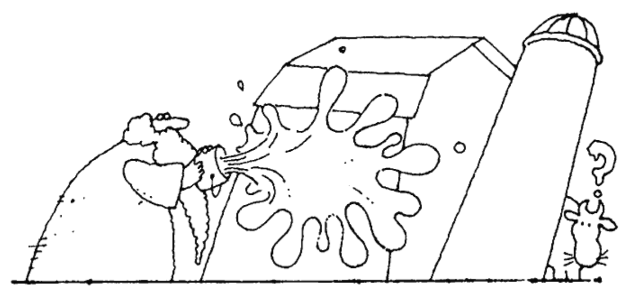


Fig. 136. «Dios hizo el mundo y todas las cosas que hay en este ahora presente.»

Martes, 16 de noviembre de 1982

El espacio está formado por *emplazamientos*; el espacio-tiempo está formado por *acontecimientos.* Un «acontecimiento» es simplemente lo que parece ser: un lugar determinado en un momento determinado. Cada una de nuestras im-

presiones sensoriales es un pequeño acontecimiento. Los acontecimientos que se experimentan corresponden a un orden natural cuatridimensional: norte-sur, este-oeste, arriba-abajo, antes-después. Cuando usted mira hacia atrás en su vida, está contemplando en realidad una trama espacio-tiempo cuatridimensional. Por tanto, no hay nada confuso o extraño en el espacio-tiempo, mientras lo miremos desde el «interior».

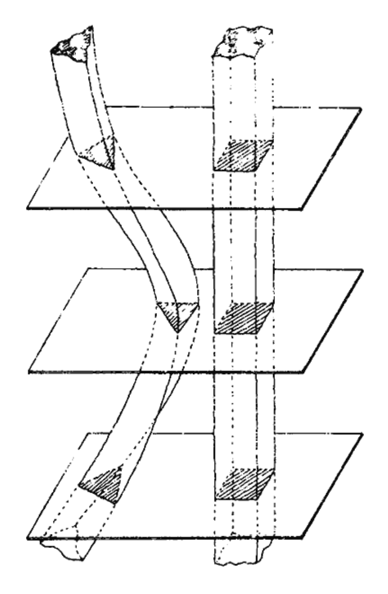


Fig. 137. Una región del espacio-tiempo de Planilandia.

Mirarlo desde el «exterior» es un poco más difícil: las cosas cuatridimensionales son complicadas de visualizar. Consideremos una vez más Planilandia. Imaginemos que Cuadrado A está descansando en un campo en que no hay nadie más, y que poco después del mediodía, su padre, Triángulo A, se acerca a él y luego se aleja. Si consideramos que el tiempo es una dimensión perpendicular al plano de Planilandia, podemos ilustrar estos hechos mediante un diagrama de espacio-tiempo como se ve en la figura 137. En ella, Cuadrado A y Triángulo A son configuraciones como gusanos en el espacio-tiempo. Su

breve encuentro a las 12:05 está representado como una curvatura que acerca sus gusanos vitales. Nada se mueve en realidad; es simplemente una configuración eterna en el espacio-tiempo. A las 12:05, Triángulo A está cerca de Cuadrado A; éste es un hecho eterno, un hecho que no puede cambiar nunca.

Tratemos de imaginar un dibujo como el de la figura 137 que contenga todo el espacio y el tiempo de Planilandia. Esta enorme maraña de gusanos e hilos conformarán lo que llamamos el *universo-bloque de Planilandia.* Es posible hacer un modelo del universo-bloque de Planilandia si nos situamos por encima de ella y filmamos la acción mientras los polígonos se desplazan de un lado a otro. Si después se cortan los cuadros de la película y se apilan en orden temporal se tendrá un buen modelo de una parte del universo-bloque de Planilandia.

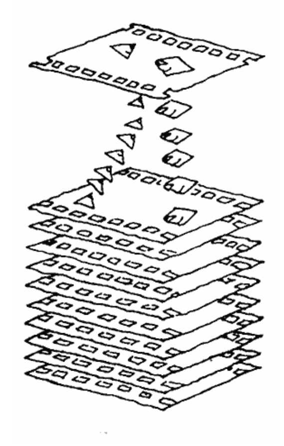


Fig. 138. El espacio-tiempo de Planilandia es como una pila de cuadros de película.

Antes de seguir adelante, me detendré a responder a una pregunta que, posiblemente, muchos de ustedes se están planteando. *Si hemos de pensar en el tiempo como una cuarta dimensión, ¿significa esto que lo que se ha dicho sobre la cuarta dimensión es en realidad sobre el tiempo?* La respuesta es *no.* Así como no hay ninguna dirección fija del espacio a la que llamemos siempre «anchura», no tiene por qué haber una dimensión superior fija a la que siempre se denomine «tiempo».

Toda nuestra exposición sobre la cuarta dimensión nos ha permitido considerar una serie de dimensiones superiores: una dirección en la cual el espacio es curvo, una dirección en la cual se puede saltar fuera del espacio, una dirección en la cual uno puede moverse para alcanzar universos alternos. Podemos, si lo deseamos, insistir en que el eje del tiempo pasado-futuro es *la* cuarta dimensión. Y entonces, también tendremos que decir que el eje fuera del espacio *ana-kata,* es *la* quinta dimensión, y que *la* sexta dimensión es la dirección hacia otros espacios-tiempos curvos. Pero no tiene sentido mostrarse tan rígido respecto de esto. Nadie va por ahí diciendo, la anchura es *la* segunda dimensión, la altura *es* la tercera dimensión. En vez de esto, sólo decimos que altura y anchura son dimensiones espaciales. En lugar de decir que el tiempo es *la* cuarta dimensión, es más natural decir que el tiempo es, simplemente, una de las dimensiones superiores.

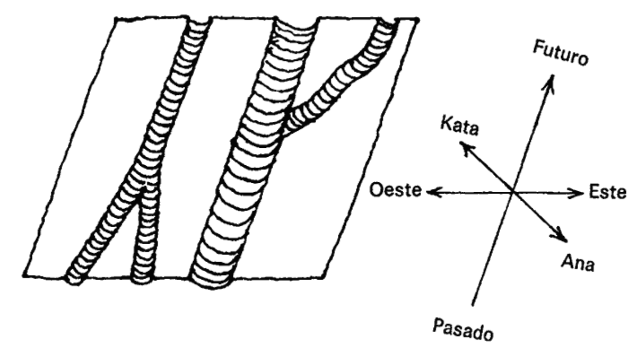


Fig. 139. Espacio + Tiempo + Hiperespacio, para Linealandia.

Si consideramos que Linealandia es un mundo (este-oeste) unidimensional, cuyo espacio se abulta en el hiperespacio *(ana- kata)* en dondequiera que la materia esté presente, y cuyo espacio es diferente en tiempos diferentes (pasado-futuro), tendremos un diagrama de espacio-hiperespacio-tiempo 3-D como el que se ve en la figura 139. Por supuesto, si Linealandia 1-D pudiera fortalecerse hasta alcanzar el espacio 3-D, el diagrama tendría que ser 5-D. Detengámonos un momento más en

la figura 139 y obsérvese que lo que se muestra son dos segmentos que se fusionan para hacer un segmento más grande y otro segmento muy grande del que nace un segmento más pequeño. Este dibujo conforma parte de lo que podríamos llamar el *universo-bloque de Linealandia.*

Por tanto, he establecido ahora que, aunque el tiempo es una de las dimensiones superiores, hay también muchas otras dimensiones superiores posibles. Sin duda, al terminar este libro, estaré desvariando y perplejo, diciendo que el espacio tiene infinitas dimensiones. Pero, todavía hay mucho más que decir sobre el espacio-tiempo y el concepto de universo en bloque.

Muchos filósofos argumentan que es erróneo decir que nuestra realidad sea un universo en bloque. No quieren representar nuestro universo pasado-presente-futuro como una configuración de espacio-tiempo 4-D estática. Creen que esta imagen eternamente inmóvil deja de lado algo importante: *el paso del tiempo.*

Por supuesto, la verdadera razón para introducir la idea del universo en bloque es liberarnos del paso del tiempo. Pero, ¿cómo puedo decir que un fenómeno que se experimenta de un modo tan universal, no existe?

Miércoles, 17 de noviembre de 1982

Ha pasado otro día, y aquí estoy mientras trato de mantener que el paso del tiempo es una ilusión. ¿Hay algo más ridículo? Recuerdo, hace unos cinco años, cuando fui a visitar a mi padre al hospital. Tenía un problema cardiaco y se sentía deprimido. Traté de levantarle el ánimo explicándole la idea del universo-bloque y señalando que la vida de uno es una configuración permanente e inmóvil en el espacio-tiempo. «Rudy», me dijo preocupado, «todo lo que sé sobre el tiempo es que uno envejece y luego muere».

Realmente, se *siente* que el tiempo pasa; es una tontería por mi parte tratar de demostrar otra cosa. Pero quiero mostrar que esta sensación es algo así como una ilusión. El cambio es irreal. No sucede nada. La sensación de que el tiempo pasa es sólo

eso: una *sensación* que armoniza con un tipo de configuración de espacio-tiempo.

Déjenme ilustrar mis pensamientos con otra cita del clásico imaginario *The Further Adventures of A Square (Nuevas aventuras del Cuadrado A).*

«Esa tarde mi Padre vino a advertirme de mi inminente arresto. El marido de Una había obtenido una orden de detención. Exhausto por mis placeres matinales, me burlé de la advertencia del viejo Triángulo y lo mandé a paseo. ¿Por qué temer la venganza de Polígonos planos? ¿Quién de ellos podría herirme a *mí,* amigo y seguidor de Cubo A? Lleno de la deliciosa lasitud de la pasión satisfecha, comencé a dormitar.

»En sueños, vi otra vez a la Esfera, flotando conmigo en un Espacio Superior. Su superficie brillaba con un Fulgor solemne, y me sentí avergonzado de haber sido descubierto en mi actitud viciosa. Tratando de disimular, me esforcé por aparentar confianza y la saludé con decisión.

»*Yo:* ¡Salve, noble Esfera! Te he buscado largo tiempo, has estado largo tiempo fuera del alcance de mi vista.

»*Esfera:* El Cubo te ha enseñado por su cuenta. Te ha instruido sobre el Espacio, pero ahora que la muerte se aproxima a ti, regreso para instruirte acerca del Tiempo.

»*Yo:* ¿Por qué hablar de muerte? No he pecado.

»*Esfera:* Ah, Cuadrado, tan poco sabes, tanta es tu ruindad. ¿Cómo puedes mentirme a mí que Todo lo veo? Veo tu pasado, veo tu futuro y tu futuro está amenazado por el Peligro.

»*Yo:* ¿Qué debo hacer para escapar?

»*Esfera:* Pregúntaselo al vil Cubo, la próxima vez que lo veas. Quizás él sepa algún artificio para alargar tu Trayecto. Pero todo es una tontería, tu especie es Mortal. La enseñanza que te traigo en esta Visión está más allá de la sórdida lucha por obtener más Tiempo. Mi Enseñanza es que el Tiempo es Irreal y la Eternidad es Ahora.

»*Yo:* ¿Qué tipo de muerte prevés?

»*Esfera:* Silencio, tonto. ¡Mira!

»Y allí, ante nosotros, vi una extraña e intrincada Forma de tres dimensiones. Era como un Cubo, pero transparente y con figuras dentro. Desde el fondo de este extraño Cubo subían Tubos, y Gusanos e Hilos hasta su parte superior. Algunos de los

Tubos tenían una sección circular, otros eran Triangulares o Cuadrados. La parte superior del Cubo me pareció familiar y. de pronto, me di cuenta que se trataba de mi Mundo.

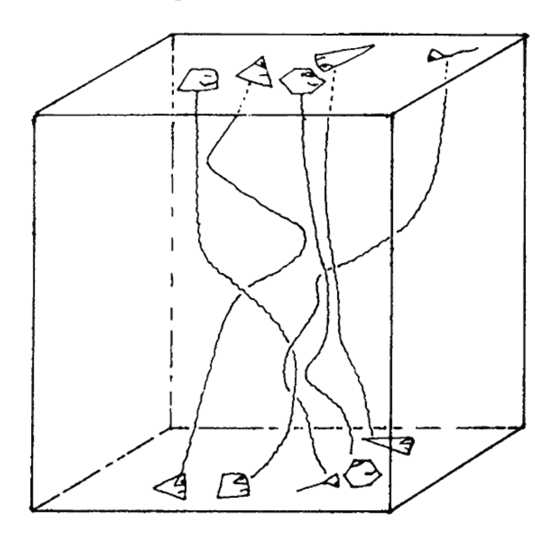


Fig. 140. Una historia enmarañada.

»Allí, dormitando, estaba mi forma Cuadrada, también estaba la familiar silueta Triangular de mi padre y en la distancia, agazapada, estaba Una. El Hexágono A y un Isósceles estaban junto a mi forma dormida, evidentemente dispuestos a la Violencia. Sólo la leal intercesión de mi Padre los mantenía a raya.

»Todo esto es lo que vi en la parte de encima del Cubo. Deslizando mi atención hacia abajo, pude seguir toda la historia de Amor y Odio.

»La Punta del Isósceles atrajo mi atención sobre todas las otras cosas y rogué a la Esfera que me ayudara.

»*Yo:* ¿Me ayudarás, noble Esfera?

»*Esfera*; No soy yo quien puede garantizar tu salvación. ¿Qué es ese objeto que vemos?

»*Yo:* Un ingenioso modelo de una parte de Planilandia. En la parte superior está mi Forma dormida, mi Padre y...

»*Esfera:* ¿Y qué pasa en el interior del Cubo, Cuadrado?

»*Yo:* Has apilado muchos modelos de mi mundo, oh, Maestra. Cada sección transversal del Cubo representa un momento diferente de mi reciente (y lamentada) Carrera. Es en realidad, una Construcción ingeniosa y un uso inspirado del Espacio Superior.

»*Esfera:* ¿Supongamos que te digo que no se trata de una Construcción? Lo que ves es un nivel superior de la Realidad. Lo que ves es tu Espacio y tu Tiempo. Éste es tu Mundo.

»*Yo:* Este vasallo se alegra. Pero, ¿esta Construcción inmóvil reemplaza al apasionado bullicio de la vida de Planilandia? ¡Se puede decir, del mismo modo, que una pintura respira o que una estatua llora!

»*Esfera:* El Aprendizaje es extraño, pero no es una Burla. El bloque que ves es una región del Espacio-tiempo de Planilandia.

»*Yo:* ¿Espacio-tiempo, mi Señora?

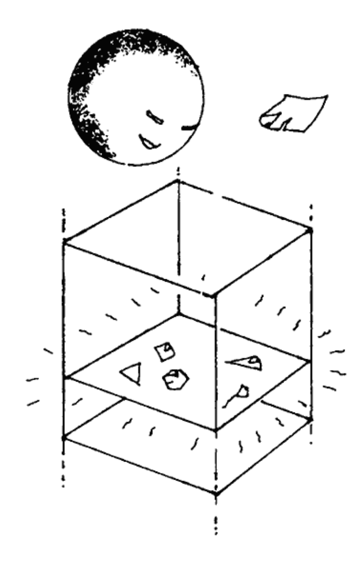


Fig. 141. El móvil «Ahora».

»*Esfera:* Espacio más Tiempo. Estúpido. Escucha lo que ha dicho un gran pensador de Espacilandia: *En lo sucesivo, el espacio por separado, y el tiempo por separado, están condenados a desvanecerse en meras sombras, y sólo una especie de unión de ambos mantendrá una realidad independiente.* El Espacio es una sombra, el Tiempo que pasa una ilusión; sólo el Espacio-tiempo es real.

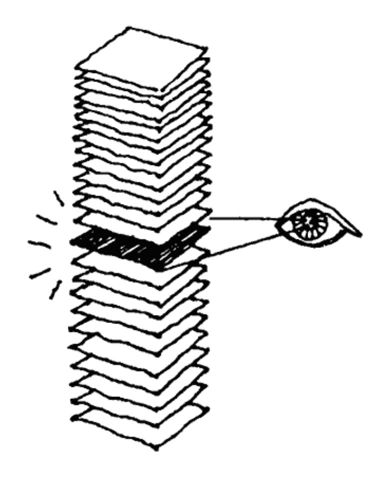


Fig. 142. El tiempo como el movimiento del ojo de la mente.

»*Yo:* Otra vez debo objetar. Esfera. La Vida consta de cambio y Movimiento. ¿Dónde, en esta Construcción del Espacio-tiempo de Planilandia, se ve ese Movimiento?

»*Esfera:* Debes imaginar el Movimiento del modo siguiente. Supón que un plano se volviera de abajo arriba a través del Espacio-tiempo del Cubo. Considera el plano como un «Ahora» móvil. Fija tu atención en él y verás tu Forma danzando su triste Giga.

»*Yo:* ¿Quieres decir, entonces, que mi Mente consciente ilumina una sección transversal del Espacio-tiempo y que el paso del Tiempo es el movimiento hacia arriba de mi Mente?

»*Esfera:* No digo tal cosa. No hay movimiento en el Espacio-tiempo. Tu Mente, tal como es, extiende la longitud de tu Trayecto. Hablando con más propiedad, la Mente está en todas partes, y tú no tienes Mente en absoluto.

»*Yo:* No te comprendo, mi Señora.

»*Esfera:* Tampoco me comprendo a mí misma.»

Jueves, 18 de noviembre de 1982

El propósito de este último diálogo era plantear lo que el físico David Park ha llamado «la falacia del diagrama animado de Minkowski». Un diagrama de espacio-tiempo como el de la

figura 140, se llama diagrama de Minkowski, en honor al matemático ruso Hermann Minkowski (1864-1909), que fue el primero que ideó este tipo de dibujos. Cuadrado A dice que a este diagrama le falta algo: el paso del tiempo. No experimentamos al mismo tiempo la niñez, la adolescencia y la madurez. Vivimos una etapa, después la siguiente, y luego la próxima y así sucesivamente. Cuadrado A cree que la figura 140 es simplemente un *modelo,* pero que la realidad estaría mejor representada si se moviera un plano iluminado hacia arriba a través del espacio-tiempo sólido. Primero, se iluminaría una sección transversal, después la siguiente y así sucesivamente. De este modo, el diagrama estático de Minkowski se *animaría, o* sea, tendría vida. Si consideramos este diagrama como una película cinematográfica, es como si Cuadrado A dijera que la película hay que sacarla de la lata y proyectarla. Si consideramos el diagrama como una novela, es como si Cuadrado A dijera que la novela requiere un lector que recorra sus páginas una a una.

Sin embargo, esta idea de un diagrama de Minkowski animado presenta muchos problemas. Una dificultad es si pensamos en un espacio-tiempo estático y entonces imaginamos una Mente exterior que, en cierto modo, mueve un reflector de abajo arriba, introducimos un segundo nivel de tiempo: el tiempo que transcurre mientras la Mente desplaza su atención de un extremo a otro del espacio-tiempo. Ahora bien, si el espacio-tiempo tiene que serlo *todo,* resulta inconveniente y equivocado tener una segunda clase de tiempo que transcurre exteriormente a él. Con algo como una novela, este problema no existe: el libro incorpora su propio tiempo y el tiempo que me toma leerlo es algo por completo distinto. Pero, no estamos fuera del Universo como un lector lo está fuera del libro; estamos *en* nuestro espacio-tiempo.

Por supuesto, ésta es sólo mi opinión. En realidad, me he encontrado con gente que considera firmemente que el espacio-tiempo *es* algo así como una novela que «lee» su alma, en cuyo caso el «alma» sería una especie de ojo u observador que está fuera del espacio-tiempo y que mueve lentamente la mirada hacia arriba a lo largo del eje del tiempo. Yo encuentro este punto de vista poco satisfactorio.

Si toda nuestra vida es como una larga novela que el alma «lee», el pasado no es tan real después de todo. Lo que es peor, la muerte es tan real como siempre: la muerte es cuando el alma escapa del entramado que forman el espacio-tiempo para «leer».

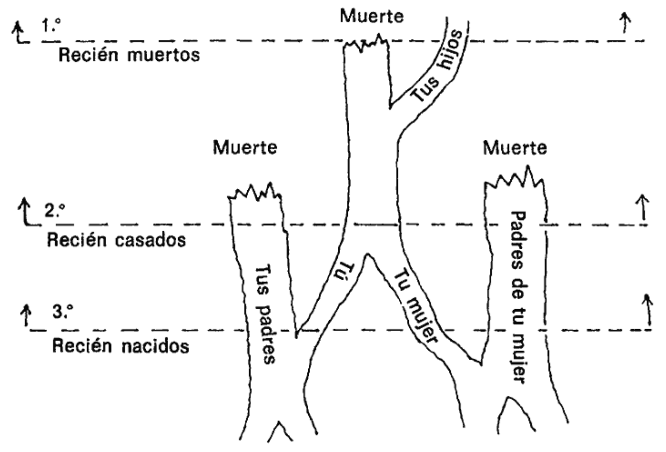


Fig. 143. Tres animaciones de la misma vida.

Otro punto confuso que plantea la animación del diagrama de Minkowski, es éste: ¿qué sucede si el diagrama es animado más de una vez? En otras palabras, ¿qué pasa si hay un segundo «lector de la novela», o un tercero, o un cuarto, o un número infinito? ¿Qué pasaría si toda una serie de almas se desplazan a través de tu espacio-tiempo, viviendo tu vida una y otra vez? ¿Y si un continuo infinito de almas se mueve a través de tu vida, una en cada instante en todo momento? Pero, entonces, toda tu vida estará «iluminada», y en ese caso, ¿por qué decir que algo se mueve?

Viernes, 19 de noviembre de 1982

Lo que quiero decir es que cada uno de nosotros es una cierta trama de espacio-tiempo en el universo-bloque. Hoy, o el día en que nací, o el día de mi muerte; todos son igualmente

reales, todos son diferentes partes del universo-bloque. Nunca dejaré de vivir este momento. Este momento jamás dejará de existir; este instante ha existido siempre.

Hace unos diez años tuve la oportunidad de conocer al gran lógico Kurt Gödel. Solía llamarlo y hacerle preguntas sobre filosofía. En mi libro *Infinity and the Mind (El Infinito* y *la Mente)* hay una sección que describe una conversación con Gödel sobre el paso del tiempo:

«Hablamos un poco de la teoría de los conjuntos, y luego le pregunté: "¿Qué es lo que produce la ilusión del paso del tiempo?"

»Gödel no contestó directamente a mi pregunta, sino a lo que ésta significaba: es decir, ¿por qué, siquiera, se cree que se percibe el paso del tiempo?

»Comenzó por relacionar el hecho de librarse de la creencia en el paso del tiempo con la lucha por experimentar la Mente Única del misticismo. Por último, dijo esto: "La ilusión del paso del tiempo se produce porque confundimos lo *conocido* con lo *real*. El paso del tiempo se produce porque pensamos en ocupar diferentes realidades. Pero, en verdad, sólo ocupamos diferentes hechos *conocidos*. Sólo hay una realidad."»

Con lo «conocido», Gödel se refiere a las sensaciones de una persona en determinado tiempo. En todo momento, el mundo nos «da» una serie de perspectivas, sonidos, olores, etc. Por medio de un proceso más o menos inconsciente, organizamos estas sensaciones en un sistema permanente. Esta información básica sobre la que todo el mundo está de acuerdo, es la realidad: un continuo de tres dimensiones espaciales y una dimensión temporal. Cuando estoy en mi despacho, no dudo de la existencia de mi casa. Del mismo modo, cuando son las 10:00 no dudo de la existencia de las 7:00. No considero una persona como un objeto a la deriva en el espacio; una persona es una cierta clase de trama en el espacio-tiempo.[39]

39 El punto de partida de la teoría de la relatividad restringida es el descubrimiento de una nueva y sorprendente propiedad del tiempo, a saber, la relatividad de la simultaneidad, que, en gran medida, implica la de sucesión. La afirmación de que los hechos *A* y B son simultáneos pierde su sentido objetivo,

Un cuerpo humano cambia la mayoría de sus átomos cada pocos años. Cada día ingerimos e inhalamos miles de millones de nuevos átomos, diariamente se excretan, se vierten y se exhalan miles de millones de átomos viejos. Desde el punto de vista físico, mi cuerpo actual no tiene casi nada en común con el cuerpo que tenía hace veinte años. Dado que siento que soy todavía la misma persona, debe ser que «yo» soy algo más que el conjunto de átomos que conforman mi cuerpo. «Yo» no soy tanto mis átomos como la *trama* según la cual están éstos dispuestos. Algunos de los átomos de la trama de mi cerebro codifican ciertas memorias y la continuidad de estas memorias es lo que me da la sensación de identidad personal.

En la figura 144 hemos hecho un dibujo que representa el hecho de que las personas son tramas de espacio-tiempo permanentes. Para simplificar las cosas, las hemos simbolizado como una trenza de tres filamentos de átomos (donde cada «filamento de átomo» es la huella del espacio-tiempo de un átomo individual). Obsérvese que en ninguno de los dos dibujos centrales de personas-trenza hay filamentos que continúen en todo el recorrido y que un átomo puede abandonar la trenza de una persona y entrar a formar parte de la de otro individuo.

---

por cuanto que otro observador, con los mismos derechos de veracidad, puede asegurar que *A* y *B* no son simultáneos.

Siguiendo las consecuencias de este extraño estado de cosas, se llega a conclusiones sobre la naturaleza del tiempo que son, en verdad, muy trascendentes. En resumen, parece que se obtiene una prueba inequívoca para sostener el punto de vista de esos filósofos que, como Parménides, Kant y los idealistas modernos, niegan la objetividad del cambio y consideran el cambio una ilusión o una aparición debida a nuestro especial modo de percepción. La argumentación es como sigue: el cambio sólo es posible a través del transcurso del tiempo. Sin embargo, la existencia objetiva del transcurso del tiempo significa que la realidad está compuesta por una infinita cantidad de capas de «ahora» que existen sucesivamente. Pero, si la simultaneidad es algo relativo en el sentido que se ha explicado, la realidad no puede ser dividida en tales capas de un modo objetivamente determinado. Cada observador tiene su propio conjunto de «ahoras», y ninguno de estos diversos sistemas de capas puede exigir la prerrogativa de representar el transcurso objetivo del tiempo. (Kurt Gödel, *A Remark on the Relationship Between Relativity Theory and Idealistic Philosophy [Un comentario sobre la relación entre la teoría de la relatividad y la filosofía idealista]* 1959.)

Lo que encuentro más sorprendente en la figura 144 es que las cajas grises que contienen las vidas individuales son totalmente *imaginarías.* El simple hecho de comer y respirar nos entrelaza a todos nosotros en un enorme tapiz cuatridimensional. No importa cuán aislados podamos sentimos algunas veces, nunca estamos verdaderamente separados del todo.

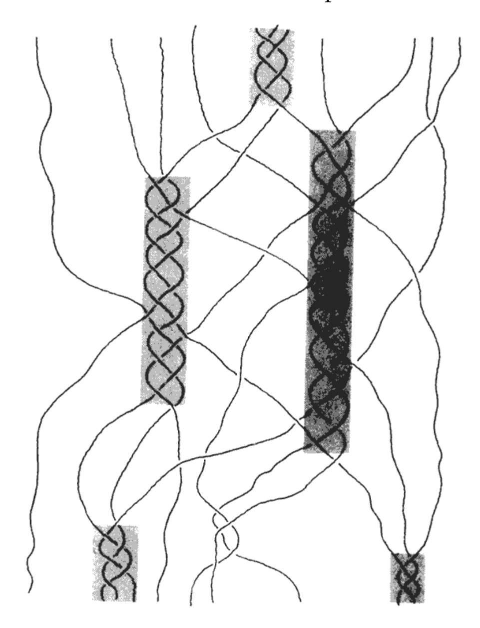


Fig. 144. Las gentes son trenzas espaciotemporales de hebras de átomos.

Encuentro que esta penetración es muy reconfortante. En lugar de pensar en mí mismo como un saco decadente de came, puedo pensar en mí como una parte del espacio-tiempo eterno. Es un modo de burlar a la muerte. En vez de identificarme con mi específica trama corporal, me identifico con el universo-bloque como un todo. Soy, por decirlo así, un ojo que usa el Cosmos para mirarse a sí mismo. La Mente, no es sólo mía; la Mente está en todas partes. Si no existo, ¿cómo puedo morir?

Lunes, 22 de noviembre de 1982

«¿Cómo puedo morir?» Bueno, pues podría haberme caído del borde de ese viaducto roto, sobre el que me puse de pie, de un modo insensato, el sábado por la noche, simplemente para alardear. ¡Oh! ¿Por qué a mi edad, hago todavía cosas como éstas? *Para demostrar que tengo libre albedrío.*

Una que otra vez, nos gusta hacer algo enloquecido o inesperado. La mayor parte de la vida es completamente pronosticadle; los zigzagueos extravagantes son los que le dan a la vida su sabor peculiar. No es necesario hacer algo estúpido o peligroso... Llevar a cenar a su mujer el miércoles por la noche puede ser suficientemente extraordinario.

Si somos en realidad una trama de espacio-tiempo en el universo-bloque, entonces el futuro ya existe. ¿Entra esto en conflicto con la idea de que poseemos libre albedrío?

En verdad, no. Cuando digo que el futuro ya está allí, *no* quiero significar que pueda predecirse el futuro. Cuando se está a mitad de una novela policíaca, el final ya está *allí,* impreso en las últimas páginas. Pero esto no significa que siempre se pueda adivinar cuál será ese final. Creo que mi vida entera existe como un todo eterno. Pero esto no quiere decir que puedo predecir con certeza lo que escribiré mañana, o dónde viviré el año próximo.

A veces, cuando trato de explicar el concepto de espacio-tiempo a la gente, me dicen: *«Si eres sólo una trama en el espacio-tiempo* y *el futuro está* ya *prefijado, ¿por qué no te matas* y *acabas con todo esto? Quiero decir, morirás de todos modos, ¿no es verdad? ¿Por qué no te pegas un tiro?»* La respuesta es sencilla: *«Porque no quiero.»* Puedo disfrutar dramatizando la elección entre la vida y la muerte poniéndome de pie al borde de un precipicio de cien metros de profundidad... pero tengo buen cuidado de no caerme.

La naturaleza de las plantas las lleva a crecer buscando el sol, a florecer y a dar frutos. La naturaleza de una persona la lleva a vivir y a amar y a trabajar. Con toda probabilidad, no hay una gran «Respuesta», y la vida no tiene significado más

que en sí misma. Pero es bastante. Como dice Don Juan en *A Separate Reality (Una realidad propia)* de Carlos Castañeda:

«He elegido la vida, y la risa, no porque importe, sino porque esa elección es a lo que me inclina mi naturaleza... Un hombre de conocimientos elige un camino con el corazón y lo sigue... Al no haber nada más importante que cualquier otra cosa, un hombre de conocimientos elige un curso de acción y lo cumple como si le importara.»

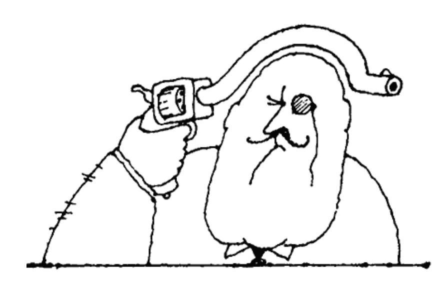


Fig. 145. No quiero morir.

La idea aquí es que la vida es un todo, y lo que cuenta es la trama general. Las excentricidades inesperadas de esta trama corresponden a lugares en los que nos sentimos como si tomáramos una decisión por libre albedrío.

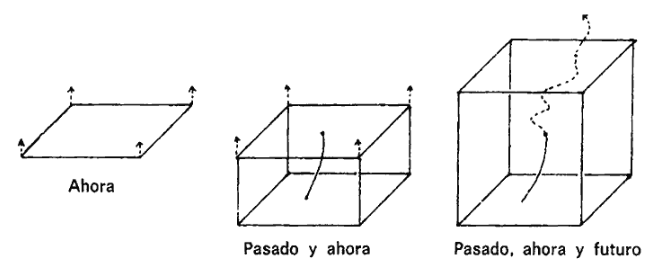


Fig. 146. Diferentes imágenes del mundo.

Algunas personas objetan mucho este punto de vista. Creen de modo tan profundo en la importancia de su libre albedrío que piensan que el futuro no existe en absoluto. Pueden admitir que existe el pasado, pero piensan que el universo-bloque es

algo que aumenta en altura a medida que pasa el tiempo. En la figura 146 hemos ilustrado este punto de vista junto con el del universo-bloque y el que sólo concede realidad al momento presente.

La gran ventaja que tiene el universo-bloque con respecto de otros puntos de vista es que en él no hay un «Ahora» objetivamente existente. Nada se mueve en el universo-bloque y no hay necesidad de encontrar algún significado absoluto y objetivo para la hoja horizontal de espacio de la que dependen los otros dos modelos.

Como resulta evidente, es *imposible* hallar una definición objetiva y aceptable universalmente de «todo el espacio considerado en este instante». Esto se deduce, como veremos en seguida, de la teoría de la relatividad restringida de Einstein. La idea de un universo-bloque es, por tanto, algo más que una atractiva teoría metafísica. Es un hecho científico bien establecido.

Acertijo 9.1

Si decimos que la cuarta dimensión es el tiempo, es posible construir entonces una hiperesfera en el espacio y en el tiempo. ¿Cómo? *Solución*

Martes, 23 de noviembre de 1982

Hoy quiero dibujar muchos diagramas de Minkowski: dibujos del espacio-tiempo. Para facilitar las cosas, consideraremos el espacio como en una línea unidimensional, y consideraremos los objetos como puntos que se mueven hacia delante y hacia atrás sobre esta línea. La huella de espacio-tiempo de un punto se denomina *línea del mundo* del punto. En la figura 147 vemos cinco tipos diferentes de líneas del mundo. *A* representa un punto que está quieto y *B* representa un punto que se mueve de manera uniforme hacia la derecha. *C* es un punto que está inmóvil al principio pero que después comienza a moverse

más y más rápido a la derecha. *D* hace una excursión a la derecha y luego regresa a su lugar de partida. *E* está en un estado constante de oscilación de derecha a izquierda.

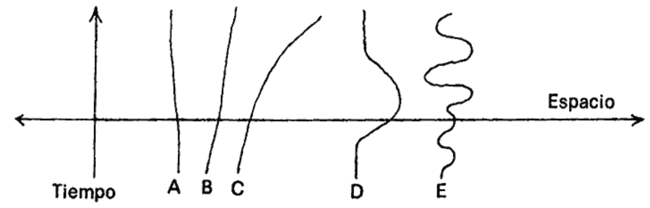


Fig. 147. Varios tipos de movimiento.

Resulta un poco engañoso decir que *A* está inmóvil y que *B* se mueve a la derecha. Si *A* y *B* son personas, digamos astronautas que flotan en el espacio vacío, de lo único que podrán estar seguros es que se separan uno de otro. Puesto que es imposible hacer marcas en la trama del espacio, no existe en éste el movimiento absoluto. El único tipo de movimiento que puede esperarse observar es el movimiento relativo de un objeto con respecto de otro. Éste es el contenido del principio de la relatividad de Einstein: «Las leyes por las cuales los estados de los sistemas físicos experimentan cambios no se modifican si estos cambios de estado se refieren a uno u otro de dos sistemas de coordenadas en movimiento de traslación uniforme.»

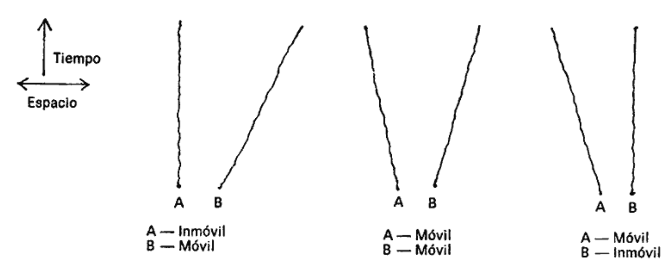


Fig. 148. Tres descripciones del mismo estado de cosas.

Al formular su teoría del espacio y del tiempo, Einstein hace otra suposición, el principio de la velocidad constante de la luz: Todas las veces que alguien mida la velocidad de la luz,

llegará siempre al mismo valor *c* (= 29.979.245.620 centímetros por segundo ≈ mil millones de kilómetros por hora [≈ 10^9 km hora]). Estas dos suposiciones tienen una fuerte base empírica. Si se analizan conjuntamente, llevan a una serie de consecuencias sorprendentes.

Al dibujar los diagramas de Minkowski, suele adoptarse un sistema de unidades de manera que el recorrido de un rayo de luz se represente por una línea a 45°. La luz se mueve a unos 10^9 km por hora, de modo que la idea es dividir el eje del espacio en unidades de 10^9 km y el eje del tiempo en unidades de una hora. En la figura 149 los ejes están divididos de este modo y se ha trazado la línea del mundo de una pulsación de luz. En el tiempo 1, *A* envía un destello de luz hacia la derecha. A 10^9 km de distancia se encuentra *M*, esperando pacientemente con un espejo.

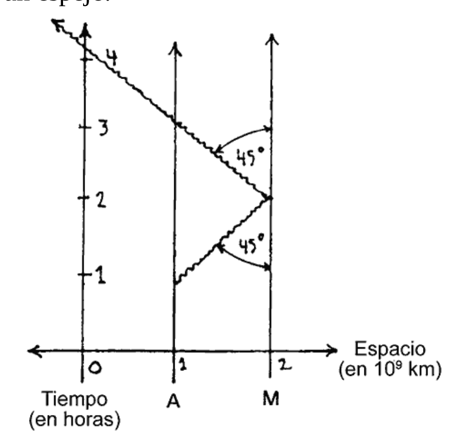


Fig. 149. Línea del mundo de un fotón.

Después de una hora de viaje, la luz incide en el espejo de *M* y se refleja hacia la izquierda. *A* queda fuera del recorrido de la luz y ésta sigue su camino hacia la izquierda indefinidamente.

Hasta donde sabemos, no hay nada que viaje más rápido que la luz. Es interesante darse cuenta de que nunca vemos el mundo *exactamente ahora.* Lo que vemos está siempre ligera-

mente en el pasado, dado que la luz tarda en llegar hasta nosotros; lo que oímos está aún más lejos en el pasado; y los olores viajan todavía más despacio que los sonidos. Vemos el destello de un cohete en el cielo, oímos su explosión y olemos el humo. Nuestras sensaciones, en cualquier momento dado, son todas señales que proceden de diversos acontecimientos que pertenecen al pasado. Incluso lo que sentimos o saboreamos no ocurre exactamente ahora, ya que los impulsos nerviosos necesitan cierto tiempo para ir desde la piel al cerebro.

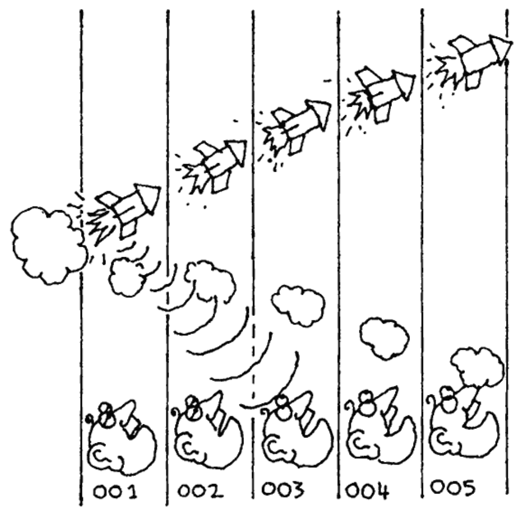


Fig. 150. La vista es más rápida que el olfato.

Hablar de «todo el espacio cósmico considerado en este instante» es un modo de hablar muy abstracto. No se *ve* todo el espacio al mismo tiempo. El árbol que vemos es en realidad el árbol de hace diez millonésimas de segundo, la Luna que vemos es la Luna de hace dos segundos, la luz de la puesta del Sol partió de éste nueve segundos antes y el titilar de las estrellas ha ocurrido hace cientos y miles de años. En realidad, no

es posible ver nada que ocurra *ahora* mismo. Hay que esperar que la luz llegue hasta nosotros.[40]

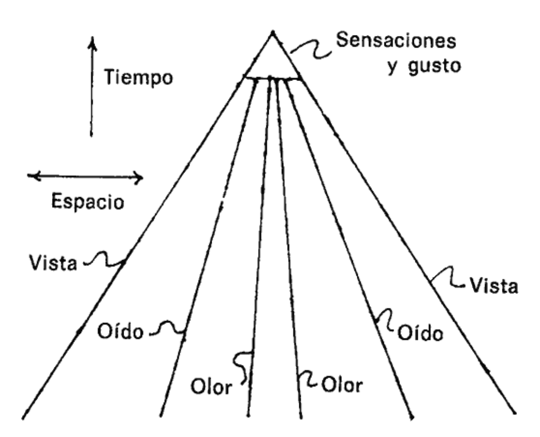


Fig. 151. Las sensaciones vienes del pasado.

Por supuesto, es posible armar algún tipo de imagen del espacio en este momento. Supongamos, por ejemplo, que es medianoche y que usted está sentado en el jardín, mirando la Luna. Un mosquito le pica y dos segundos más tarde ve el resplandor de una gran explosión en la Luna. Puesto que sabe que la luz tarda dos segundos en viajar desde la Luna a la Tierra, puede llegar a la conclusión que la picadura del mosquito y la explosión en la Luna fueron en el mismo «Ahora».

---

40 Una persona tiene todo tipo de retrasos dentro de sí, estaba diciendo Kesey. Uno, el más importante, es su retraso sensorial, el retraso que hay entre el tiempo en que los sentidos reciben algo y el momento en que se puede reaccionar. Se tarda una treintava parte de un segundo, si se es la persona más despierta del mundo, y la mayor parte de la gente es mucho más lenta que esto... Todos nosotros estamos condenados a consumir nuestras vidas mirando una *película* de nuestras vidas; siempre estamos actuando sobre lo que acaba de ocurrir. Sucedió, por lo menos, hace 1/30 segundos antes. Creemos que estamos en el presente, pero no es así. El presente que conocemos es sólo una película del pasado, y nunca podremos controlar el presente a través de los medios comunes. El retraso tiene que ser superado de alguna otra manera, mediante alguna clase de ruptura total. (Tom Wolfe, *The Electric Kool-Aid Acid Test*, 1968.)

Hasta aquí, esto no parece ir contra ninguno de los puntos de vista que sostienen que realmente hay un «Ahora» espacial que avanza a través del tiempo. Pero hay un problema en el modo en que construimos nuestro concepto de «todo el espacio cósmico considerado en este instante». El problema es que si alguien se mueve con relación a nosotros, construirá su propio «Ahora» espacial de un modo distinto.

Fig. 152. El insecto pica, el OVNI pasa zumbando, la Luna retumba.

Supongamos, para ser específicos, que un platillo volante cruzó el sistema Tierra-Luna esa fatídica noche en que el mosquito le picó y vio usted un destello en la Luna. Si sucedía que los alienígenas viajaban de la Tierra hacia la Luna, llegaron a la conclusión que la explosión tuvo efecto en *primer* lugar. Si se desplazaban de la Luna a la Tierra, pensarían, dentro de su marco de referencia, que la explosión se produjo en *segundo* lugar. El razonamiento que subyace en estas dos afirmaciones no es evidente y me gustaría explicarlo con más detalle aquí.

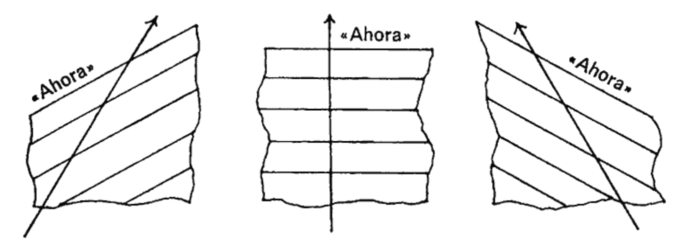
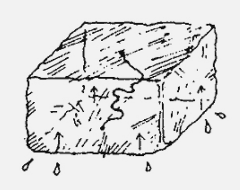


Fig. 153. Tres maneras de dividir el espacio-tiempo.

El asunto es, simplemente, este: los observadores que se mueven de manera diferente no coincidirán en la simultaneidad de ciertos acontecimientos. Nadie puede estar *en* dos sitios a la

vez, por ejemplo, en el lugar donde se produjo la picadura del mosquito y en el lugar donde se produjo la explosión. Si estos dos hechos ocurrieron o no al mismo tiempo es una cuestión de opinión; la naturaleza no da una respuesta indiscutible a este asunto.

El fenómeno a que nos hemos referido se llama relatividad de la simultaneidad. La consecuencia importante de la relatividad de la simultaneidad es que diferentes observadores en movimiento dividirán de distintas maneras el espacio-tiempo en un gran número de «Ahoras». Los tres observadores de la figura 153 pueden vivir pacíficamente en tres galaxias diferentes que se mueven unas con respecto a otras. ¿Qué razón puede haber para decir que una de las tres maneras de dividir el espacio-tiempo es la correcta y las otras dos no lo son?



Ahora y el futuro.

Acertijo 9.2

¿Qué tipo de ideas sobre el pasado y el futuro están implícitas en este dibujo, en el que se considera el sólido espacio-tiempo como algo semejante a un bloque de hielo que se derrite desde la base hacia arriba? *Solución*

De modo que la teoría de la relatividad implica que no hay un modo preferente en que se puede dividir el espacio-tiempo en una serie de «Ahoras». Recordemos que la relatividad se basa en la suposición de que es imposible señalar de un modo permanente un punto dado del espacio. Otra manera de plantear esto es decir que «justamente aquí» no tiene ningún significado real en un período de tiempo. Ya se ha visto que esta suposición, por extraño que parezca, implica que «justamente ahora» no tiene un significado real en una región del espacio. Puesto que no hay un modo preferente para definir «Ahora», debe ser

que «Ahora» no tiene un significado objetivo. Esto quiere decir que, en realidad, no hay un presente móvil, y que el punto de vista del universo-bloque es el correcto. El espacio-tiempo es un único todo unificado, y el paso del tiempo es sólo una ilusión.

Miércoles, 24 de noviembre de 1982

La teoría de la relatividad restringida ha sido muy bien comprobada. Esta teoría establece una serie de predicciones definidas sobre el comportamiento de la materia en movimiento. Estas predicciones han sido confirmadas miles y miles de veces en experimentos con aceleradores de partículas.

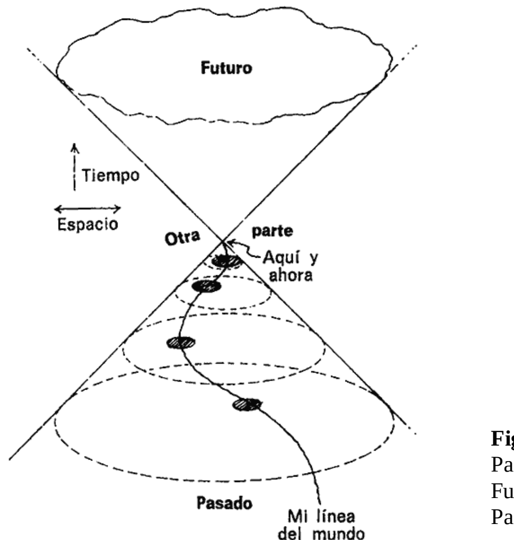


Fig. 154. Pasado, Futuro y Otra Parte.

Ayer estuve discutiendo una de las implicaciones más atractivas de la relatividad: la que supone que somos configuraciones eternas de espacio-tiempo en un universo-bloque in-

mutable. Pero la relatividad también tiene consecuencias menos agradables. Lo peor de ella es que implica que nunca podremos viajar a una velocidad mayor que la de la luz.

Algunas personas se vuelven casi paranoicas por esta irritante predicción. Sin haberse molestado nunca en saber nada acerca de la relatividad, sacan precipitadamente la conclusión de que Einstein era un dogmático aguafiestas no muy distinto de los que solían decir que el hombre nunca podría volar. «¿Por qué *no podremos* ir a una velocidad superior a mil millones de millas por hora? Si se tiene un cohete lo suficientemente grande y se hace funcionar durante el tiempo suficiente, se puede ir tan rápido como se quiera, ¿no? Y, de todos modos, ¿qué pasa con Einstein? Después de todo, ¿no era un alemán o un judío o algo así? No americano seguro, y probablemente temeroso del progreso.»

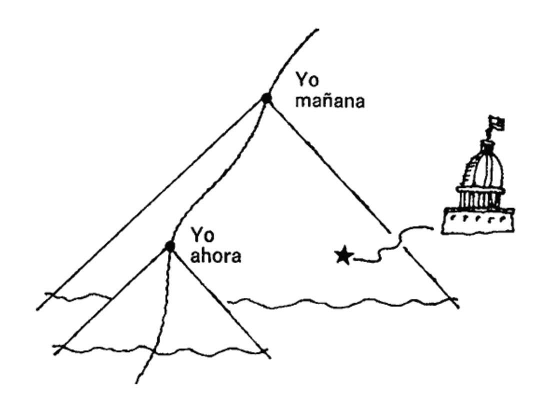


Fig. 155. «Otra parte» hoy. «Pasado», mañana.

Según la teoría de la relatividad, existen dos problemas en los viajes a velocidades mayores que las de la luz. El primer problema es que cuanto más se acerca la velocidad de un objeto a la de la luz, mayor se hace su masa. Y, cuanto mayor es la masa de un objeto más difícil resulta acelerarlo a una velocidad mayor. Se requeriría una cantidad *infinita* de combustible para acelerar un vehículo espacial hasta la velocidad de la luz.

Si no puedo viajar a una velocidad mayor que la de la luz, sólo tendré acceso a una limitada región del espacio. Llamaremos a los acontecimientos que todavía puedo alcanzar viajando a una velocidad menor que la de la luz, mi «futuro». Ésta es una utilización de la palabra peculiar de la teoría de la relatividad. Normalmente, considero que mi futuro está constituido por los acontecimientos que experimentaré en realidad, pero aquí uso «futuro» para significar todos los acontecimientos que podría abarcar mi esfera de acción, sin utilizar un medio de viajar más rápido que la luz. De un modo análogo, puedo considerar como mi «pasado» todos los emplazamientos de espacio-tiempo desde los que hubiera sido posible viajar para alcanzar aquí y ahora. El resto del espacio-tiempo se denomina «otra parte», una bonita expresión. Siempre me resulta sedante reflexionar acerca de acontecimientos que ocurren en «otra parte». Todo lo que nuestros gobernantes de Washington estén haciendo en este preciso instante, realmente no importa: está en «otra parte». Desgraciadamente, las acciones de estas importantes personas no *permanecen* en otra parte. Mi «pasado» es más amplio en los puntos más alejados a lo largo de mi línea del mundo.

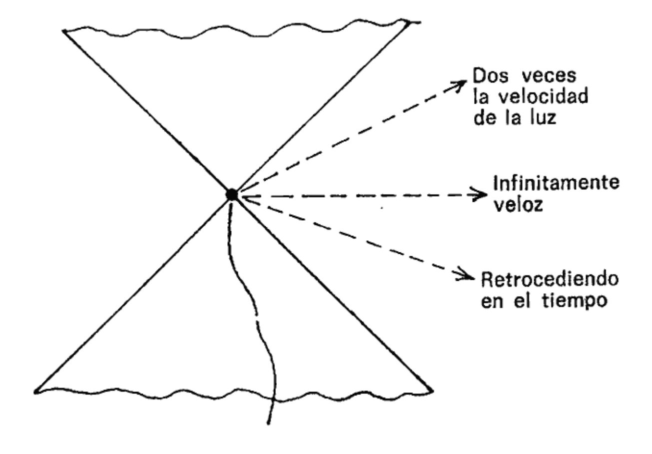


Fig. 156. Viajes hacia Otro lugar.

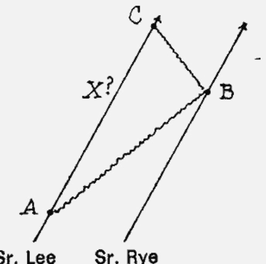
El segundo problema con el viaje a velocidades mayores que la de la luz está relacionado con la relatividad de la simultaneidad. Cualquier acontecimiento en «otra parte» tendrá siempre un observador que dirá que ha sucedido al mismo tiempo que nuestro «aquí y ahora». El conjunto de «otra parte» es una especie de mancha exterior al «Ahora». Habitualmente consideramos el «Ahora» como en una línea entre «pasado» y «futuro», pero, en la teoría de la relatividad, este «Ahora» salpica la forma de reloj de arena de «otra parte». Esto significa que un camino a «otra parte» es tan bueno como cualquier otro. El problema es que algunos tipos de caminos a «otra parte» parecen demasiado sobrenaturales para ser posibles. En la figura 156 hemos dibujado tres caminos a «otra parte». El de la parte superior es el menos problemático; corresponde simplemente a alguien que viaja a dos mil millones de millas por hora, o sea a dos veces la velocidad de la luz. El siguiente es horizontal y, en relación al marco de referencia inicial, parece representar una persona que viaja miles de millones de millas en ningún tiempo en absoluto. Esto corresponde a una velocidad *infinita*. El camino inferior es el peor; el viajero parece ir hacia atrás en el tiempo. Si debiera regresar de ese viaje a lo largo de un camino horizontal, podría encontrarse con su propio yo pasado. En otras palabras, el viaje a una velocidad mayor que la de la luz puede llevar al viaje en el tiempo... y muchos científicos piensan que el viaje en el tiempo es imposible. El problema que existe con el viaje en el tiempo es que conduce a algunas paradojas verdaderamente viciosas, a las que haremos referencia en el capítulo próximo. Por ahora, baste decir que, hasta donde sabemos, no hay cadena de causa y efecto que se produzca a una velocidad mayor que la de la luz.[41]

41 «La cantidad de átomos que forman el mundo es, aunque desmedida, finita y como tal, capaz sólo de un número finito (aunque también desmedido) de permutaciones. Dado un período de tiempo infinito, el número de posibles permutaciones puede agotarse, y el universo tiene que repetirse a sí mismo. De nuevo nacerás de la matriz, otra vez tu esqueleto crecerá, otra vez esta página llegará hasta tus manos, otra vez vivirás todas las horas hasta la hora de tu increíble muerte.» Este es el orden habitual del argumento, desde su desabrido

Bien, no tengo tiempo para más. Debo ir a casa temprano para ayudar a preparar las cosas para el Día de acción de gracias. Se diría que en cuanto nos damos la vuelta ya estamos otra vez en Navidad o en el Día de acción de gracias.

Acertijo 9.3

«La relatividad de la simultaneidad» señala que diferentes observadores en movimiento tendrán opiniones diferentes sobre qué acontecimientos son simultáneos. En este problema vemos que la relatividad de la simultaneidad resulta de dos suposiciones básicas: 1) que los observadores en movimiento son libres de considerarse en reposo, y 2) que la luz siempre viaja a la misma velocidad.



Willy Lee dice que *X* ha sucedido en forma simultánea a *B*.

La situación es la siguiente. Una plataforma rígida se mueve hacia la derecha a una velocidad igual a la mitad de la velocidad de la luz. En el extremo izquierdo se encuentra el señor Willy Lee y en el extremo derecho el señor Rye. El señor Lee envía un destello de luz hacia el señor Rye. El señor Rye tiene un espejo que refleja la luz hacia el señor Lee. El señor Lee recibe la señal de vuelta. Llamaremos a estos acontecimientos *A*. *B* y *C*, respectivamente. El señor Lee anota los tiempos de acontecimientos *A* y *C* en su línea del mundo. Después de pensarlo un poco, decide qué acontecimiento *X* en su línea del mundo es simultáneo con *B*. ¿Dónde pone *X*, y por qué? (Indicio: Nosotros hubiéramos colocado X horizontalmente al otro lado de B, pero el señor Lee, *no*. ¡La simultaneidad es relativa!) *Solución*

preámbulo hasta el desenlace terriblemente amenazador. (Jorge Luis Borges. *La doctrina de los ciclos*, 1934.)

Martes, 30 de noviembre de 1982

Ha pasado otra fiesta. Vinieron mi madre y mi hermano Embry con su mujer y sus dos niños. Fue placentero ver disfrutar a los cinco pequeños: las fiestas, la rueda de las estaciones, el eterno retomo.

Borges tiene un interesante ensayo sobre la esotérica doctrina del «eterno retomo». Es el concepto de que *todo se repite a sí mismo.*

Muchas cosas, en nuestra vida, se repiten. Exhalar/inhalar, día/noche, verano/invierno, padre/hijo: son ciclos que se repiten interminablemente. Por supuesto, mi Día de acción de gracias de 1982 no es *idéntico* a los otros Días de acción de gracias. No obstante, a cierto nivel, son siempre iguales, por lo menos en lo que respecta a sus rasgos principales, el pavo con su salsa, los ruidosos niños, la embriaguez, las discusiones, las risas y las oraciones. En algún momento durante una prolongada ordalía festiva, la mayoría de nosotros hemos experimentado instantes, o incluso cuartos de hora, de trascendencia, de eternidad, de una total aceptación de la trama del tiempo que, paradójicamente, nos libera del tiempo por completo. La misma repetición de los rituales humanos proporciona una especie de atisbo fugaz de la eternidad; la línea sin fin se curva en un círculo.



Fig. 157. El Eterno Retorno.

A pesar de todo esto, el eterno retomo es todavía una noción remota. ¿Puede creer alguien realmente que en algún tiempo futuro el Universo se encontrará exactamente en el mismo estado que ahora? Sin embargo, esto es lo que afirma la doctrina del eterno retorno: hay una duración fija del tiempo, cierto ciclo cósmico, al cabo del cual toda la historia del Universo

vuelve a repetirse. Podríamos suponer que un ciclo completo dura, digamos, veinte mil millones de años.

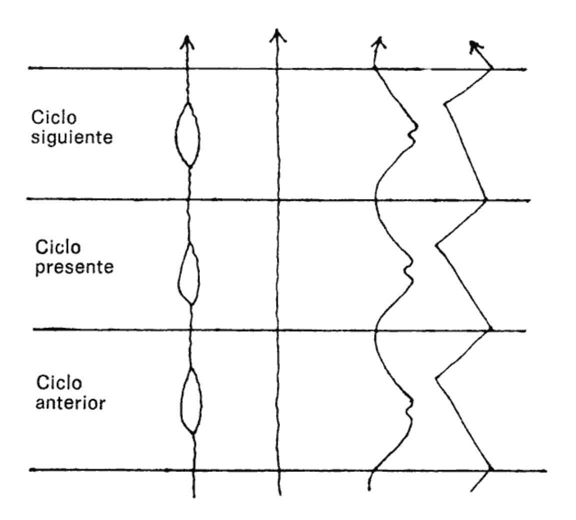


Fig. 158. El tiempo que se repite eternamente.

Hay dos maneras de considerar un Cosmos que tiene la propiedad de repetirse a sí mismo. Podemos imaginar que el tiempo se extiende en forma infinita en ambas direcciones, y que el espacio-tiempo está formado por infinitas «franjas» horizontales idénticas. De manera alternativa, podemos imaginar que el tiempo está curvado en un círculo finito, aunque ilimitado. Si se obliga a una persona a adoptar el punto de vista del «Ahora en movimiento», la primera alternativa parecerá más atractiva. Si, por el contrario, se piensa que sólo el presente tiene existencia real, parecerá que aun en el caso en que el Universo se repita a sí mismo, el próximo ciclo será de algún modo diferente. Pero, a alguien que cree en el «universo-bloque» le parecerá más natural la segunda manera de ilustrar el eterno retomo. Si el espacio-tiempo es en verdad algo que tiene una existencia sólida, no tendremos problema alguno en curvarlo hasta formar un «cilindro».

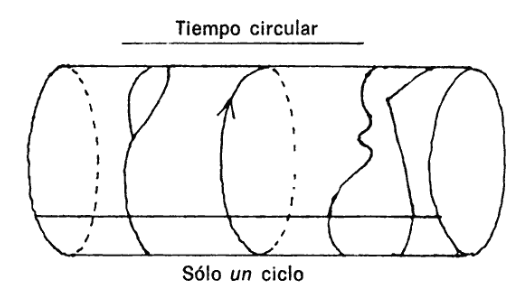


Fig. 159. Tiempo circular.

La idea del «tiempo circular» lleva a algunas paradojas interesantes, que discutiremos en el acertijo 10.5. Pero, ahora, vamos a considerar algunas de las formas generales que puede tener el espacio-tiempo.

Recuérdese que en todos estos dibujos, consideramos que el eje horizontal es el espacio y el vertical el tiempo. El eje horizontal es, si se quiere, nuestro concepto de «ahora» y el vertical nuestro concepto de «aquí». El acontecimiento que denominamos «aquí y ahora» es, por supuesto, el punto en que los dos ejes se cortan. A menudo estos diagramas de espacio-tiempo se «leen» imaginando que el eje horizontal se mueve hacia arriba a medida que pasa el tiempo. Pero, como he señalado con frecuencia, no siempre es necesario o deseable animar nuestros diagramas de Minkowski de este modo.

La figura 160 muestra tres tipos de espacio-tiempo. En todos ellos, el espacio es infinito y se extiende sinfín en ambas direcciones; en todos ellos, el futuro también es infinito. Los modelos difieren en el modo en que representan el pasado. La figura del centro muestra un universo donde todo el espacio aparece al mismo tiempo, y la figura de la izquierda muestra un universo que no tiene comienzo en el tiempo. El dibujo de la derecha nos muestra una situación más extraña, un universo en el que diferentes partes del espacio comienzan a existir en distintos tiempos. En un universo de este tipo puede haber, por

ejemplo, un inmenso agujero entre Neptuno y Urano, un agujero que, finalmente se encogerá y desaparecerá. (En la figura he marcado el hecho de esta desaparición con la letra D.)

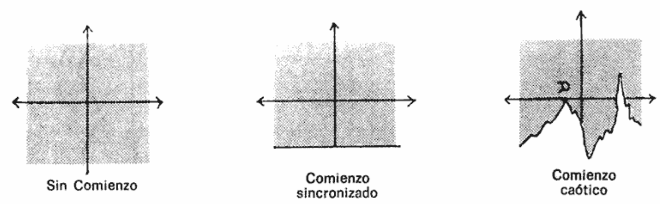


Fig. 160. Tres modos de iniciar el Universo.

Acertijo 9.4

En la figura 161, hemos trazado un dibujo de un espacio circular que siempre mantiene el mismo tamaño con el paso del tiempo. Un punto de vista sostenido por muchas personas en la actualidad, es que nuestro Universo es una hiperesfera en expansión que se inició con el tamaño de un punto hace alrededor de doce mil millones de años. ¿Podría usted trazar un dibujo de espacio-tiempo que represente nuestro espacio como un círculo en expansión? *Solución*

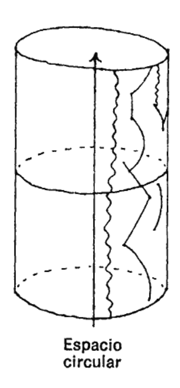


Fig. 161. Espacio circular.

Se produce otro tipo de modelo espacio-tiempo si suponemos que el espacio es «hiperesférico», como se expuso en el

capítulo 8. En términos de Linealandia, esto significaría que el espacio es un círculo, lo que llevaría al tipo de imagen dibujada en la figura 161. La figura 162 muestra un modo alternativo de ver un universo, en el que si se viaja lo suficiente lejos en cualquier dirección siempre se llega a una región aparentemente idéntica al punto de partida. En lugar de mostrar el espacio como si se curvara sobre sí mismo, la figura 162 presenta al espacio como si se extendiera infinitamente en ambas direcciones, y con el espacio-tiempo dividido en franjas verticales infinitas idénticas. Para explicar esta repetición habría que invocar a una armonía misteriosa. La figura 161 es, por supuesto, mucho más natural, lo mismo que un modelo del «tiempo circular» es más sencillo para representar el eterno retorno.

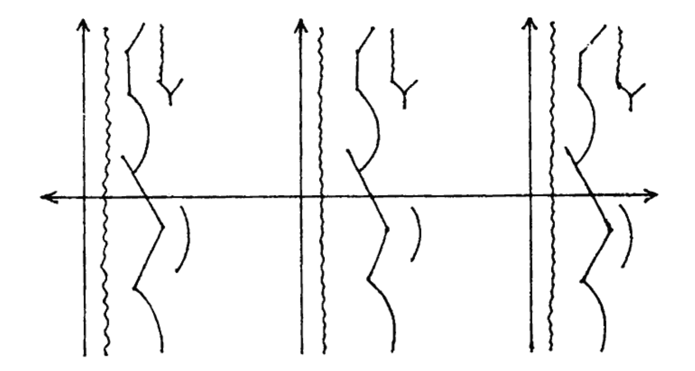


Fig. 162. El espacio que se repite eternamente.

Una de las razones por las que he puesto fecha a las distintas partes de este capítulo mientras lo escribía es, simplemente, para burlarme un poco de mis argumentos de que el tiempo es irreal. Una razón más seria es que me siento como un explorador del Ártico, que lleva un diario del viaje mientras se interna cada vez más en la vastedad inexplorada. *Por ¡as noches, e! ladrido de los perros, el loco resplandor de la aurora boreal.* La finalidad de mi búsqueda es una cierta visión, una visión del Cosmos como un patrón del espacio de infinitas dimensiones. Quiero lograr un modelo total y absoluto para el mundo que me

rodea, un sistema que incluya las realidades de la vida humana común y también las frías verdades de la ciencia.



Fig. 163. ¿Una armonía preestablecida?

Hasta hoy no estaba seguro de si podría acabar el viaje. Pero esta mañana he vislumbrado el objetivo. La realidad es una, es algo que da respuesta a las infinitas preguntas que uno puede formularse; es, en otras palabras, un espacio de infinitas dimensiones lleno de colores. Sigue conmigo. ¡Llegaremos allí!

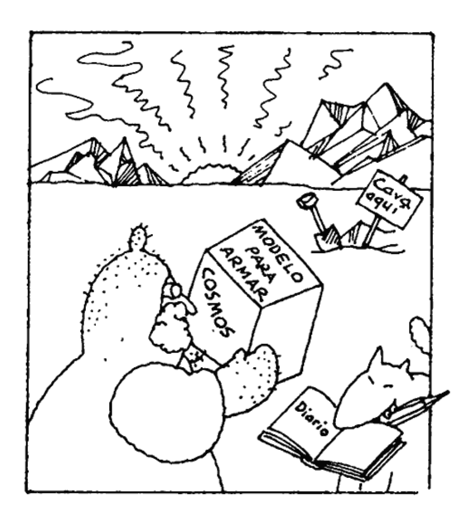


Fig. 164. ¡Adelante!

X. VIAJE POR EL TIEMPO Y LA TELEPATÍA

¿Por qué ha de ser tan difícil viajar? El vehículo perfecto es fácil de imaginar: una especie de automóvil con algunos mandos especiales en el tablero de instrumentos. Subes, pulsas el código correspondiente para indicar a dónde quieres ir y cuándo, das una vuelta a la llave de encendido y, *presto*, ahí estás en el París de 1920, en la Pradera antes de los pioneros, en la Luna, o incluso, en otra galaxia.

La gente ha soñado desde tiempos remotos en liberarse del impedimento que suponen el tiempo y el espacio. En un cuento de hadas de los hermanos Grimm, el joven héroe posee una «silla de montar de los deseos». Subes a la silla, dices dónde quieres ir, y al instante estás allí. Los escritores de ciencia ficción le dan diversos nombres: teletransporte, transmisión instantánea de la materia, hiperviaje, o viaje FTL, donde FTL quiere decir Faster-Than-Light, o sea, Más-Rápido-que-la-Luz. Estrechamente relacionada con esta idea se encuentra la de viajar por el tiempo, la facultad de saltar al pasado o al futuro.

¿Llegarán a ser realidad, alguna vez, el viaje a través del tiempo y el viaje FTL? ¿Será nuestra la conquista final del tiempo y del espacio? Hablando con sentido práctico, la cuestión es ver qué tipo de fenómenos físicos pueden hacer posible el viaje por el tiempo y el viaje FTL. En realidad no se sabe mucho de esto, pero hay algunas posibilidades de que, mediante la manipulación de sistemas muy masivos, como los agujeros negros, pudiéramos, quizá, distorsionar el espacio y el tiempo de tal manera que nos permitiera el tipo de salto espacio-tiempo que requieren los viajes por el tiempo y los FTL. Otro camino hacia estos viajes podría llevamos a la mecánica cuántica, con sus insinuaciones de que al nivel más profundo de realidad, el tiempo y el espacio no existen en absoluto. Si uno pudiera ingeniárselas de alguna manera para sintonizar y

desintonizar repetidamente del entramado espacio-tiempo, sería posible terminar absolutamente en cualquier parte y en cualquier momento. Pero nadie tiene la menor idea de cómo lograrlo.

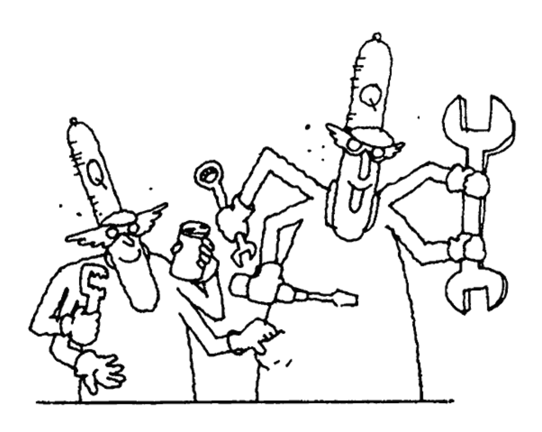


Fig. 165. ¿Mecánica cuántica?

Después de estas especulaciones tentadoras, sorprende un poco saber que la mayoría de los científicos rechazan las ideas de los viajes por el tiempo y los viajes FTL. Aunque nadie jamás ha realizado pruebas de una máquina del tiempo, la mayoría de los científicos están seguros de que este tipo de pruebas fallarían. ¿Se trata sólo de prejuicios ciegos?

No, no es así. El problema del viaje a través del tiempo es que conduce a paradojas físicas, a contradicciones en la trama de la realidad. Y muchos científicos creen que nuestro mundo está armado de un modo demasiado lógico para permitir que ocurran contradicciones directas. Las razones para rechazar los viajes por el tiempo y los FTL, son de naturaleza apriorística: *En el mundo no pueden ocurrir contradicciones, los viajes por el tiempo* y *los viajes FTL pueden llevar a contradicciones, por tanto, no pueden existir cosas tales como viajes por el tiempo* y *viajes FTL en nuestro mundo.*

Este argumento es ingenioso y bien vale la pena considerarlo con más detenimiento. Antes que nada, ¿qué hay de malo

en que exista una contradicción en el mundo? ¿No hay contradicciones siempre? Quiero una hamburguesa, y no quiero una hamburguesa. Un fotón es una partícula, y un fotón es una onda. Una cebra es blanca, y una cebra es negra.



Fig. 166. Sí y no.

Éstas son una especie de contradicciones, pero no son en realidad contradicciones intolerables. El hecho de que yo quiera y no quiera una hamburguesa sólo señala el hecho de que «yo» soy un conglomerado de deseos en conflicto. Un fotón nunca se ha observado como partícula y onda al mismo tiempo. Una cebra es blanca y negra, pero en franjas diferentes.

Aunque puede parecer que nuestro mundo tenga contradicciones, estas contradicciones, por lo general, pueden resolverse cuando se hace una distinción más aguda. Pero, ¿qué pasa con una contradicción absoluta? ¿Qué sucede con un hecho concreto y específico *A*, para el cual tanto *A* como no-A son ciertos? He aquí dos ejemplos de lo que yo llamo *paradojas* sí-y-no en el viaje por el tiempo.

1. A la edad de treinta y seis años, el profesor Zone sufre una psicosis temporal. En ese período de locura, mata a su amada esposa. Zenobia. Es declarado inocente en razón de su enfermedad mental pero él, agobiado por el remordimiento, decide dedicar todas sus energías a corregir su daño. Confía, de algún modo, volver al pasado y cambiarlo. Al llegar a sus cincuenta años. Zone, completa por fin su trabajo: la construcción de una máquina del tiempo. Sube a la

máquina, viaja al pasado, retrocede unos catorce años, y va a mirar por la ventana de la casa donde vivían él y su amada esposa. Ahí está su pobre Zenobia y ahí está también ese loco criminal, Zone-36. Zone-50 confiaba llegar un poco antes para tratar de hacer entrar en razón a Zone-36, pero ha llegado en el momento crucial. ¡Zone-36 se acerca cautelosamente a Zenobia, empuñando una pesada llave inglesa! Sin detenerse a pensarlo, Zone-50 coge su bazooka y dispara al enloquecido Zone-36, atravesándole el corazón. *La paradoja:* si Zone-36 muere, no puede existir ningún Zone-50 para que regrese y mate a Zone-36. Si Zone-36 no muere, entonces habrá un Zone-50 para regresar y matar a Zone-36. ¿Muere Zone-36? *Sí y no.*

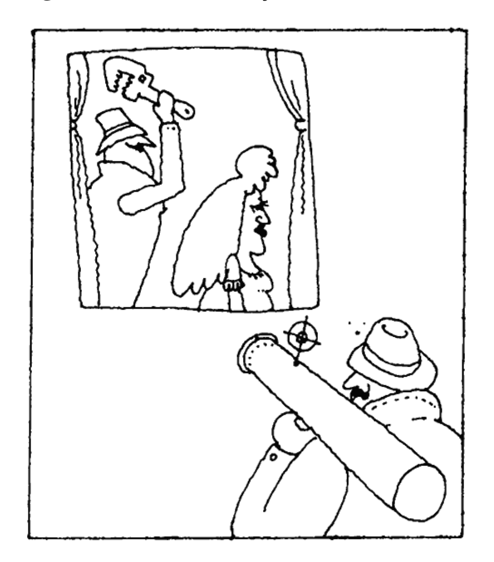


Fig. 167. El profesor Zone.

2. El lunes, los *Beagle Bogs* roban la nueva máquina del tiempo del tío Scrooge. La usan para irrumpir en el futuro y averiguar quién ganará la gran carrera de caballos del miércoles. Será Ole Plug, ¡y pagará cien por uno! De regreso al lunes, se preguntan cómo conseguir suficiente dinero para apostar.

Todo lo que tienen es un asqueroso dólar y la apuesta mínima son dos dólares. «Ya lo tengo», dice con una sonrisa el Beagle Boy 22-03-46. «El jueves enviaremos uno de nuestros doscientos billetes al martes. De este modo, el miércoles tendremos los dos dólares para apostar por Ole Plug.» El martes, en efecto, el billete aparece en su escondite. El miércoles, Ole Plug gana, tal como ellos sabían que ganaría, y los Beagle Boys van todos a celebrarlo. Por desgracia, se extralimitan un poco y el jueves tienen otra vez sólo un dólar. «Bueno», dice 22-03-46, «es hora de devolver este dólar al martes.» «Olvídalo», responde el joven 23-08-69, «me quedo con este dólar para comprar una lata de guisantes.» 23-08-69 coge el billete que blande 22-03-46 y se va. *La paradoja:* Puesto que el dólar apareció el martes, lo deben haber enviado desde el jueves. Sin embargo, cuando llega el momento, no devuelven el billete. ¿Han devuelto un billete de dólar o no? *Sí y no*.

En realidad, estas paradojas, a cierto nivel, son poco más que juegos intelectuales divertidos. Se tiende a pensar que siempre hay lugar para el equívoco. ¿Qué ocurriría si Zone-50 hubiera ido en realidad a una casa equivocada? ¿Qué sucedería si 22-03-46, preocupado por la paradoja, se las ingeniara para conseguir un dólar el viernes y *entonces se* lo enviara a los Beagle Boys del martes? No puedes pensar que siempre tendrás mala suerte. El viaje por el tiempo puede conducir a paradojas irreconciliables. Me gustaría ahora presentar una versión atractiva y clara de este tipo de paradojas, en términos de un diagrama de Minkowski.

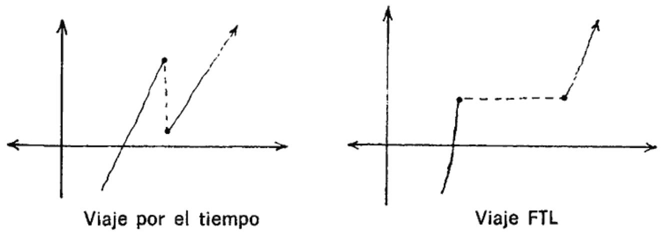


Fig. 168. Dos sueños de ciencia ficción.

Téngase en cuenta que, en estos diagramas de espacio-tiempo, la dirección horizontal es el espacio (Linealandia, estrictamente hablando) y la dirección vertical es el tiempo. Las líneas del mundo que implican viaje por el tiempo y viaje FTL tendrían un aspecto algo parecido a los diagramas de la figura 168. En cada caso, he utilizado una línea punteada para la línea del mundo que representa el «salto». Hago esto para sugerir que para dar estos saltos, si es que son posibles, se requeriría salir de algún modo del espacio-tiempo normal para viajar a través de alguna dimensión superior. Un segundo punto que es importante aclarar aquí es que si viajo por el tiempo a mi propio pasado, es importante que lo haga mientras esté en movimiento. De otro modo, podría saltar a un lugar ocupado por mi yo pasado y se produciría una desagradable explosión. Por esto, el viajero del tiempo de la figura 168, se mueve gradualmente a la derecha tanto antes como después de saltar. (Supondremos que la máquina del tiempo retrocede a la misma posición, *con relación al laboratorio,* desde la cual ha saltado.)

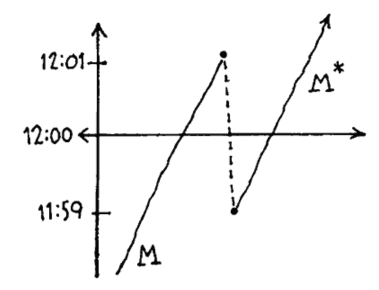


Fig. 169. Un salto atrás de dos minutos.

Ahora la paradoja. Supongamos que construyo una pequeña máquina del tiempo, capaz de transportarse a sí misma dos minutos atrás en el tiempo. A eso de las 11:55 la pongo en funcionamiento a la derecha de mi mesa de trabajo del laboratorio, con un interruptor horario ajustado para que el salto se inicie a las 12:01. Me siento a observar, y a las 11:59, de pronto, hay dos máquinas del tiempo sobre mi mesa: *M*, la que aún no ha saltado, y *M** la que ha regresado del futuro. Durante dos minutos ambas máquinas están allí, y entonces a las 12:01

el interruptor horario se dispara y *M* desaparece. Después de las 12:01 sólo me queda *M**, que en realidad, es una versión posterior de *M*.[42]

Hasta ahora, todo va bien. Pero ahora introducimos la paradoja. Supongamos que mi máquina del tiempo *M*, por razones de seguridad, está equipada con un dispositivo sonar para asegurarse de que la mesa del laboratorio está expedita antes de que tenga lugar un salto. Si *M* detecta cualquier otro objeto en la mesa a las 12:01, anula el interruptor horario y rehúsa saltar. Ahora, repitamos el experimento. ¿Qué sucederá?

Si *M** aparece a las 11:59, estará todavía allí a las 12:01, y *M* la advertirá con su sonar. Si *M* advierte a *M**, entonces *M* se negará a saltar. Y si no salta, no se produce *M** a las 11:59.

Si *M** no aparece a las 11:59, la mesa estará libre a las 12:01, y *M* saltará según lo planeado. Si M salta, a las 11:59 aparecerá *M**.

¿Conclusión? *M** aparece a las 11:59 si y sólo si *M** no aparece a las 11:59. Ahora bien, una de estas dos alternativas deberá producirse efectivamente: o bien *M** aparece o no apa-

42 Supongo que un suicida que empuña una pistola junto a su cabeza, debe sentir la misma curiosidad con respecto de lo que sucederá después, como la que sentía yo entonces. Cogí la palanca de arranque en una mano y la de paro en la otra, apreté la primera y casi inmediatamente la segunda. Parecía dar vueltas; sentí una sensación de pesadilla como si cayera; y mirando a mi alrededor, vi el laboratorio exactamente igual que antes. ¿Había ocurrido algo? Por un momento pensé que mi intelecto me había engañado. Luego, percibí el reloj. Un momento antes marcaba las diez y un minuto más o menos; ¡ahora eran casi las tres y media!

Respiré profundamente, apreté los dientes, cogí la palanca de arranque con ambas manos y, con un golpe, salí. El laboratorio se hizo borroso y se oscureció. La señora Watchett entró y avanzó, aparentemente sin verme, hacia la puerta del jardín. Supongo que tardó uno o dos minutos en hacer este recorrido, pero a mí me pareció que salía disparada a través de la habitación, como si fuera un cohete. Apreté la palanca hasta su posición extrema. Llegó la noche como si se apagara una lámpara y, en otro instante, llegó mañana. El laboratorio se hizo cada vez más borroso e impreciso y luego cada vez más y más indistinto. Llegó la noche de mañana, luego otra vez el día, noche de nuevo, día otra vez, cada vez más y más rápidamente. Un murmullo remolineaba en mis oídos y una extraña confusión silenciosa invadió mi mente. (H. G. Wells, *The Time Machine [La máquina del tiempo]*, 1895.)

rece. Pero acabamos de probar que si cualquiera de las dos alternativas se produce, la otra se produce también. O sea que *M** aparece en la mesa del laboratorio a las 11:59 y *M** no aparece en la mesa del laboratorio a las 11:59. ¿Aparece *M**? *Sí y no.*

Es muy difícil imaginar un mundo en el que este tipo de contradicciones lógicas sea posible. Puesto que la existencia de una máquina del tiempo puede llevar a tal tipo de contradicciones, muchos científicos piensan que las máquinas del tiempo son, desde un punto de vista lógico, imposibles.

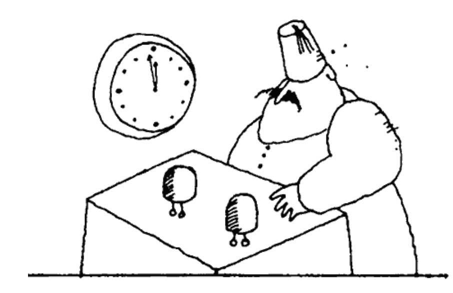


Fig. 170. Dos máquinas del tiempo.

Además, es posible demostrar que cualquier máquina para viajar FTL puede ser adaptada para que se convierta en una máquina del tiempo. El fundamento, que expuse brevemente en el capítulo anterior, depende de lo que Einstein llama la relatividad de la simultaneidad. Más o menos, la idea es que si se viaja a una velocidad mayor que la de la luz, se viaja en definitiva al pasado con relación a algunos observadores. Una vez se logra esto, puede modificarse la velocidad de modo que se termine en el propio pasado. En otras palabras, un viajero FTL puede volver de su viaje antes de haber partido, y esto es el viaje en el tiempo.

Puesto que el viaje FTL conduce al viaje en el tiempo, y que el viaje en el tiempo lleva a contradicciones lógicas, los científicos piensan que los viajes FTL deben excluirse por un razonamiento *a priori.*

En realidad, ¿hasta qué punto son sólidos estos argumentos? Volviendo a nuestra «refutación» del viaje por el tiempo,

parece haber tres clases de escapatorias: 1) ¿Qué sucedería si hubiera máquinas del tiempo pero nadie las utilizara nunca para producir contradicciones? Quizá podría haber una especie de «Policía del Tiempo», encargada de impedir este tipo de experimentos. O quizás el Cosmos, para su propia preservación, podría hacer que cayeran muertos todos quienes estuvieran a punto de realizar un experimento paradójico de viaje por el tiempo. 2) Es posible que haya contradicciones en la trama de la realidad. Tal vez no es *completamente* imposible imaginar una *M** que a la vez aparezca y no aparezca. Quizá las contradicciones sean raras, pero no descartables por completo. Después de todo, en cierto sentido, la propia existencia de nuestro mundo es una contradicción, porque, ¿cómo puede algo proceder de la nada? 3) Tal vez, haya un sentido más aquilatado de la palabra *existir* por el cual algo pueda, al mismo tiempo, existir y no existir. Por ejemplo, si hubiera muchos universos paralelos, podríamos tener a *M** en unos y no existir en otros. La solución más simple sería postular que una máquina del tiempo siempre viajaría al pasado de algún mundo distinto del mundo del que parte. Las paradojas sólo se plantean si uno se traslada a su propio pasado y hace algo como ahogar al propio abuelo en su cuna. Si se mata a algún niño en otro mundo paralelo no se plantea ninguna contradicción.

Si replanteamos la paradoja de nuestra máquina del tiempo de dos minutos en términos de mundos paralelos, obtenemos la figura 171. Cuando la máquina salta hacia atrás en el tiempo, salta al mismo tiempo a una hoja de espacio-tiempo diferente, como se indica en la figura. En una situación como ésta, todo lo que se verá es la desaparición de nuestra «máquina del tiempo» a las 12:01. Es probable que jamás volvamos a ver la máquina; aunque si fue programada para realizar futuros saltos, es concebible que vuelva a laboratorio en algún tiempo futuro. Muchos escritores de ciencia ficción usan esta idea de los universos paralelos para evitar las paradojas de los viajes por el tiempo. Hablando en un sentido estricto, por supuesto, viajar a un mundo paralelo no es, en absoluto, viajar por el tiempo.

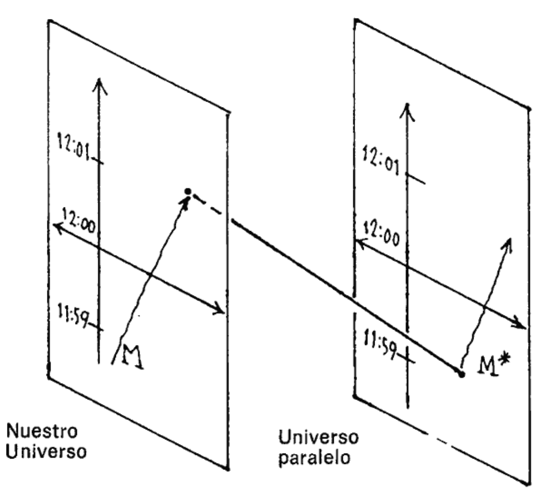


Fig. 171. «Viaje en el tiempo» a otro universo.

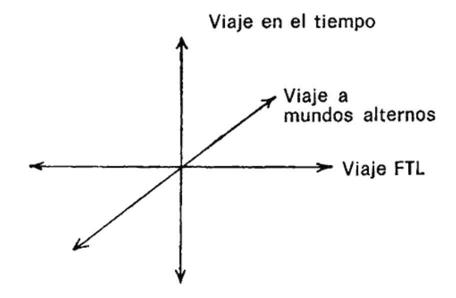


Fig. 172. Las tres libertades.

Es interesante plantear en un diagrama los tres tipos de «viajes especiales» que aparecen una y otra vez en los relatos de ciencia ficción: viaje por el tiempo, viaje a mundos alternativos, y viajes FTL. Estos viajes corresponden a tres tipos de movimientos mutuamente perpendiculares. El gran atractivo popular que tiene este tipo de viajes reside en que implican una promesa de liberación de las sujeciones de la condición humana. Los viajes por el tiempo nos liberan de la fuerza ciega e inexorable del tiempo, de la nostalgia estéril. Los viajes FTL

nos liberan de la obstinada tiranía de la distancia física, de las aburridas necesidades de los viajes actuales. El viaje a mundos alternativos, nos libera de tener que ocupar una posición establecida en la sociedad, y de tener que aceptar el mundo tal como es. Al nivel más profundo, no hay en realidad demasiada diferencia psicológica entre los tres tipos distintos de viajes; cada uno de ellos proporciona una huida mágica del aquí-y-ahora-y-cómo. Desde el punto de vista racional, todos sabemos que podemos cambiar nuestras vidas si lo queremos de verdad: nos tomamos unas vacaciones, encontramos otro trabajo, vendemos la casa y nos mudamos a una nueva. Pero, es tan duro hacer un gran cambio. ¡Cuánto más sencillo sería entrar simplemente en una máquina y apretar algunos botones![43]

---

[43] Las instrucciones estaban en el dorso del broche; cuando a penas lo rocé con los dedos aparecieron las palabras CINTURÓN DEL TIEMPO - DISPOSITIVO DE TRANSPORTE TEMPORAL que desaparecieron en seguida y entonces apareció, en su lugar, la primera «página» de instrucciones. Después de esto, cada vez que yo lo tocaba, aparecía una nueva página. Estaban escritas en una especie de taquigrafía, pero eran completas. El propio índice de materias ocupaba varias páginas.

OPERACIÓN DEL CINTURÓN DEL TIEMPO
- Comprensión
- Teoría y relaciones
- Lectura del tiempo
- La paradoja de las paradojas
- Alternancia
- Disertación
- Protecciones
- Correcciones
- Mezcla y corte
- Corte con discos
- Renuencias
- Prevenciones y responsabilidades

FUNCIONAMIENTO
- Disposición y controles Ajustes
- Ajustes combinados
- Programación de orden superior
- Características de seguridad

USO
- Hacia delante en el tiempo
  - Por una magnitud específica
  - A un momento determinado

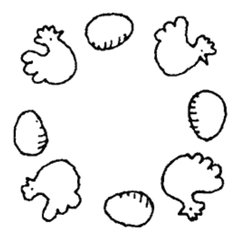


Fig. 173. ¿Quién fue primero?

Hasta aquí hemos discutido sólo un tipo de paradoja básica de los viajes por el tiempo, la paradoja sí-y-no. Hay otro tipo

---

Precauciones
Hacia atrás en el tiempo
  Por una magnitud específica
  A un momento determinado
Precauciones adicionales
Funciones de autoprotección
Saltos combinados
  Avance
  Orden superior
Precauciones combinadas
Saltos a distancia
  Recorrido medio
  Recorrido largo
  Recorrido ultralargo
Precauciones especiales
  Peligros del infinito
  Conciencia de la entropía
Filtrado del tiempo
  Recorrido corto
  Recorrido largo
  Recorrido ultralargo
Detención del tiempo
  Usos de la detención del tiempo
  Deteniendo el presente
  Deteniendo el pasado
  Deteniendo el futuro...

(David Gerrold, The Man Who Folded Himself [El hombre que se dobló sobre sí mismo], 1973.)

de paradoja de viajes por el tiempo, menos conflictiva, los *circuitos cerrados causales.* He aquí dos ejemplos.

1. Un inventor está en su laboratorio, tratando de montar una máquina del tiempo. De pronto, se produce un destello de luz y aparece un hombre del futuro que conduce una hermosa máquina del tiempo. «Soy historiador», explica el hombre del futuro. «Quiero entrevistarte, ya que eres el inventor de la máquina del tiempo.» «Pero... es que aún no sé cómo construirla», contesta el inventor. «Ni siquiera estoy seguro de que lo consiga *nunca.*» «Bueno», dice el historiador con afán de ayudarlo, «examina mi máquina del tiempo, y constrúyete una copia». *¿Quién inventa la máquina?*
2. En 1969, la bondadosa pareja de los Goodcheese, que no tienen hijos, encuentran un bebé en el umbral de su puerta. Le dan el nombre de Cynthia y la crían como a una hija. Cynthia demuestra una increíble aptitud para la física y obtiene su doctorado en la Universidad Tecnológica de California a la edad de diecinueve años. Se enamora de Randy Crassman, un joven biólogo que se ocupa de la investigación clónica. Reciben dinero de varias fundaciones. Cynthia construye la primera máquina del tiempo y Randy se las ingenia para lograr que una de las células de Cynthia se reproduzca y se convierta en una copia exacta de ella cuando era un bebé. Una facción conservadora asume el gobierno y dispone que la niña clónica debe ser destruida. Con lágrimas en los ojos, Cynthia pone el bebé en su máquina del tiempo y la envía de regreso al año 1969. El bebé, por casualidad, aterriza en el umbral del bondadoso matrimonio sin hijos de los Goodcheese. *¿De dónde vino Cynthia realmente?*

Una simple experiencia de «laboratorio» del circuito cerrado causal, podría ser la siguiente: una mañana entro en mi laboratorio y me entretengo en ordenar y limpiar mi mesa de trabajo. A las 11:59, ante mi sorpresa, una pequeña máquina del tiempo de dos minutos aparece sobre la mesa. Para comprobar si verdaderamente funciona, la regulo para que salte dos minutos atrás a las 12:01. A las 12:01, desaparece.

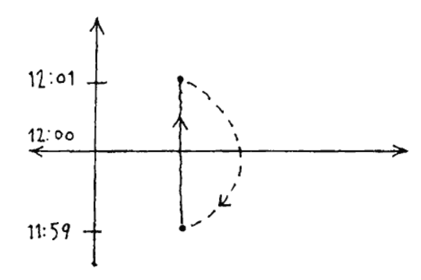


Fig. 174. Un circuito cerrado causal.

En la figura 174 podemos ver el circuito con toda claridad. Aquí no hay ninguna contradicción, pero sin duda es una situación extraña. Al principio, podemos sentimos tentados a pensar que la pequeña máquina del tiempo está dando vueltas y más vueltas alrededor del circuito. Sin embargo, ¡es necesario resistir a esta tentación! Si nos mantenemos dentro del punto de vista espacio-tiempo, no necesitamos imaginar que algo se *mueve* en realidad en la figura 174. Sólo hay un circuito cerrado, un círculo sin comienzo ni fin.

Este tipo de circuito cerrado causal no está excluido de la física moderna. ¡Muy al contrario! De acuerdo con la mecánica cuántica, el espacio vacío es, en realidad, un hervidero de pequeños circuitos de materia/antimateria. Se supone que la energía, tal como es transportada por un fotón de luz, puede convertirse por corto tiempo en masa y después reconvertirse de nuevo en energía. En un punto dado, se tendrán un electrón y un positrón que habrán emergido de la nada, sólo para chocar entre sí y desaparecer.

La razón de que consideremos esto como un circuito cerrado causal se debe a que, a veces, un positrón se considera como un electrón que retrocede en el tiempo. Debo explicar que un *positrón es* una partícula que tiene exactamente los mismos masa, spin, tamaño, etc., que un electrón. La única diferencia entre ambos es que el electrón tiene una carga de *menos* uno y el positrón tiene una carga de *más* uno. Estas partículas gemelas se dice que son un par de materia/antimateria porque siempre que un electrón y un positrón se acercan desaparecen

en un destello de luz. Este proceso se llama *aniquilación mutua*. La otra cara de la moneda es que, cuando se crea un electrón de la nada, ha de crearse también un positrón al mismo tiempo. Este proceso se llama *formación de pares*.

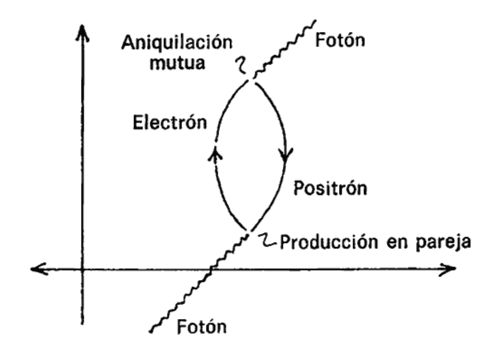


Fig. 175. Un modelo de la danza masa-energía.

Se sabe que el tipo de proceso que ilustra la figura 175, ocurre con mucha frecuencia. Si lo consideramos desde el punto de vista del «Ahora móvil», parece un poco sorprendente que el electrón y el positrón se las ingenien para aparecer y desaparecer juntos con tanta limpieza. Pero, según el físico Richard Feynman, puede adoptarse un punto de vista espacio-tiempo y considerar el positrón como un electrón que retrocede en el tiempo. Desde esta perspectiva, tenemos simplemente un bonito y pequeño circuito cerrado causal.

La idea de una partícula «desplazándose hacia atrás en el tiempo» no se toma demasiado en serio entre los físicos. Es más una ficción matemática que un fenómeno real. Por lo que yo sé, ningún físico abriga la menor esperanza de usar un haz de positrones para enviar de algún modo señales al pasado. Pero, una vez que se empieza a pensar en esta dirección es difícil detenerse. ¿Cómo sería, en realidad, vivir parte de nuestra vida hacia atrás en el tiempo? Hace años escribí un cuento en el que la heroína dobla una «esquina del tiempo». A continuación, transcribo este relato, acompañado de un diagrama de Minkowski:

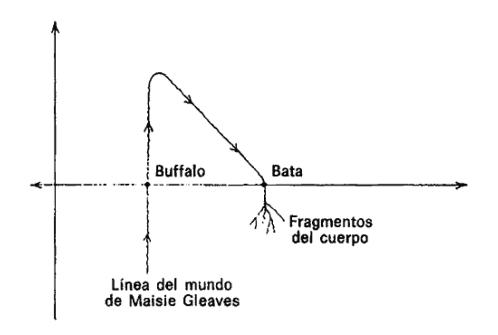


Fig. 176. Diagrama para «Un nuevo experimento con el tiempo».

Un nuevo experimento con el tiempo[44]

«La primera cosa que notan los ciudadanos de Bata es un espacio grasiento en la calle. Un hombre gordo resbala en él. Bill Stook viene en la furgoneta amarilla, con el guardabarros aplastado, y arroja un cubo de arena encima.

»Una semana más tarde, el pegote comienza a heder. La sustancia se ha espesado y unido. Hay una gran cantidad de moscas que llegan y aterrizan en la cara de la gente. La maestra de la guardería se tuerce un tobillo. Altos tacones negros y un delgado vestido de verano.

»Stook vuelve con una pala, pero no consigue desprender aquello. Algunos holgazanes (paseantes diurnos, mentecatos), dan sus consejos y hablan con malicia sobre el fulgor de diamante y de petróleo. Por último, Stook echa un poco más de arena y se va a su casa.

»Bajo la luz voltaica, el pegote es elíptico, de un metro veinte por dos cuarenta. Atraviesa el paso de peatones y ambos carriles de tráfico. Las marcas de los neumáticos de los coches extienden

44 Imaginemos una Inteligencia que conociera en un instante dado todas las fuerzas que actúan en la naturaleza y la posición de todas las cosas de las que consta el mundo; supongamos, además, que esta Inteligencia fuese capaz de someter toda esta información a un análisis matemático. Podría inferir de ello un resultado que comprendiera en una única fórmula el movimiento de los cuerpos más grandes del Universo y de los átomos más ligeros. Nada resultaría incierto para esta Inteligencia. El pasado y el futuro estarían ante sus ojos. (Pierre-Simon Laplace, *Teoría analítica de las probabilidades,* 1812.)

la mancha de grasa en líneas rectas en ambas direcciones. Un perro ha dejado caer un hueso en el centro.

»Maisie Gleaves vive en una casa de huéspedes de Buffalo. Es blanca y negra, con los labios pintados de rojo y un abrigo verde navideño. Cada noche se echa en la cama y mira su anuario de la Escuela Secundaria de Bata. Hace dos años de esto. De alguna manera, regresará.

»Unos trabajadores instalan un cartel que dice: DÍAS DE LIQUIDACIÓN EN LA ACERA DE BATA. Mientras, un grupo de hombres, tenderos, inspeccionan el pegote de pasta que hiede. Uno de ellos trata de coger un hueso. Sus dedos resbalan. Es una afrenta. Llaman a Bill Stook y lo amenazan con despedirlo.

»Stook cubre el parche con serrín y pone un puesto de refrescos al lado. DÍAS DE LIQUIDACIÓN EN LA ACERA. Bajo el cálido sol, la gente come «hot-dogs», percibe un leve olor a descomposición y añade más mostaza. Stook atiende el puesto y bebe traguitos de whisky de una botella. La protuberancia, aplastada bajo los pies, se nota elástica.

»Un sol blanquecino del ocaso se desliza entre unas nubes bajas. Desmontan el puesto y el serrín se vuela. Piernas y brazos aplastados, crujidos de dientes, trozos de tela verde. Las huellas de las ruedas han desaparecido de los despojos aplastados. La policía se lleva a Stook.

»Maisie mira la televisión de Buffalo en un comedor plateado. Hay problemas en Bata. Recuerda todos los rostros perdidos. Ron. Paga por el té que ha tomado. De vuelta en su habitación, se queda frente al espejo durante dos horas. Su imagen se acerca.

»Durmiendo o andando, es siempre así, ahora. No hay más fronteras. Algo se acerca cada vez más, tratando de conectarse. Vive en el aire y sólo piensa en Bata. Volverá.

»Poco a poco, el cuerpo se reconstruye. Lentamente, los huesos se unen, imperceptiblemente la carne reaparece. Una noche, el rostro está terminado. En la oscuridad, comienza a crisparse.

»Stook sale libre bajo fianza. Conduce un camión robado, la furgoneta que acostumbraban prestarle. Toda su ira y toda su amargura se centran en el cadáver que hay en la calle. Acelera hacia él, más allá de los guardias, a través de los caballetes. Un chirriar de frenos, un batacazo. De pronto, su arrugado guardabarros está liso. El cadáver se va andando hacia atrás.

»Stook corre hacia el cuerpo enjuto, una mujer. Ella camina hacia atrás, con afectación, hacia la parada de autobuses, mirándole. Él la alcanza en el momento en que ella sube al autobús para Buffalo. Trata de cogerle el brazo, pero es imposible. No puede alterar el pasado.

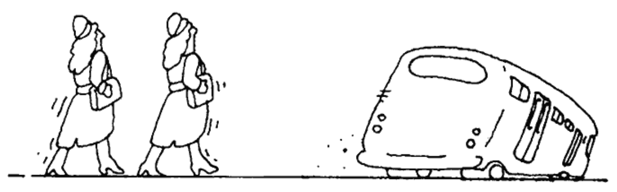


Fig. 177. Maisie Gleaves.

»Maisie deja su habitación y comienza a andar. Una manzana más adelante ve a una mujer blanca y negra con un abrigo verde navideño que acaba de bajar del autobús de Bata. Camina hacia atrás, esta mujer. Maisie se apresura para reunirse con ella.

»Las dos figuras se funden y todo acaba. Un taxista las ve desaparecer una en la otra. Para Maisie, es distinto. Camina a través del resplandor y calle abajo.

»Todo retrocede. Maisie retrocede en el tiempo, vuelve a Bata. El autobús va hacia atrás hasta el punto en que ella se ha visto a sí misma descender. Sin billete, sube por la puerta de salida y se sienta. Está nerviosa. El autobús va a setenta kilómetros por hora pero marcha atrás.

»Mientras el autobús se aleja de Buffalo y entra en la autopista, el hombre que está junto a ella, comienza a mirarla. Dice algo al revés, un parloteo estúpido. De todos modos, ella le contesta. Él se vuelve y mira por la ventana a la oscuridad. Ella habla porqué él habla; él habla porque ella habla. Él arranca un trozo de chicle de debajo de su asiento y comienza a masticarlo.

»Cuando el autobús abandona la autopista y. siempre hacia atrás, pasa la vieja gasolinera, ella va hacia la puerta. Esta se abre y ella baja los escalones. Bata. Se alegra de haber esperado tanto. Cogeré una habitación aquí, y en dos años más estará otra vez en la escuela secundaria. Ron. Esta vez todo saldrá bien.

»Un hombre bajo, con la cara congestionada, le bloquea el paso. Ella endurece la expresión y camina hacia él. Él retrocede y

se aleja, cada vez más y más. Hay policías alrededor de una furgoneta que está aparcada en la intersección. Pero no hay tráfico.

»E1 hombre pequeño se escabulle aprisa, caminando como un cangrejo, y entra en la furgoneta. Sólo para asustarlo, ella camina directamente hacia él, justo hasta el guardabarros. De pronto, se produce un impacto. Los frenos de la furgoneta chirrían y ésta se aleja retrocediendo.»

Este relato fue concebido como una especie de experimento de meditación. La idea es que un universo que tiene algunos patrones espacio-tiempo diferentes a los comunes de causa y efecto es, por lo menos, *concebible.* No podemos imaginar con facilidad un mecanismo que consiga que Maisie Gleaves doble una esquina del tiempo, pero un espacio-tiempo que tenga esta esquina es todavía comprensible para nosotros. En el resto de este capítulo, deseo discutir la idea de que nuestro espacio-tiempo puede tener otras pautas distintas de las planteadas por simple causa y efecto.

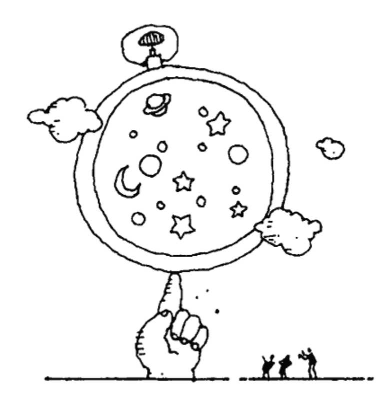


Fig. 178. El mecanismo de relojería del Universo.

En el siglo XIX, la gente solía pensar que el Universo era como un gran reloj: *Hace muchos, muchos años, Dios, el gran relojero, armó todo el mecanismo, le dio cuerda* y *se fue. Dado un completo conocimiento del mecanismo de relojería del Universo en cualquier momento, todo el pasado* y *el futuro pueden extrapolarse.* Esta es, en realidad, una manera de ver el mundo muy limitada y exánime. La única cosa que puede haber hecho

atractivo el mecanismo de relojería del Universo es que, una vez que Dios lo armó, ya no hay que tenerle por ahí merodeando, entrometiéndose en nuestros asuntos.

La gran debilidad de la concepción del Universo como un mecanismo de relojería reside en el hecho de que el mundo, de hecho, no parece comportarse de un modo muy determinista. Es decir, una causa dada no siempre produce el mismo efecto. Incluso si se tira del émbolo hasta el mismo punto exactamente, dos bolas diferentes son susceptibles de producir unos tanteos totalmente distintos en una de esas máquinas llamadas del «millón» o billarines. Durante muchos años, los defensores de la teoría del Universo de relojería, atribuían estas variaciones a pequeños movimientos invisibles de los átomos. Subyacente en el aparente desorden del mundo, se suponía que había un mecanismo parecido a una ley de átomos que rebotaban. Pero, con la aparición de la mecánica cuántica, en este siglo, hemos llegado a considerar esencialmente impredecible el comportamiento del átomo más simple.

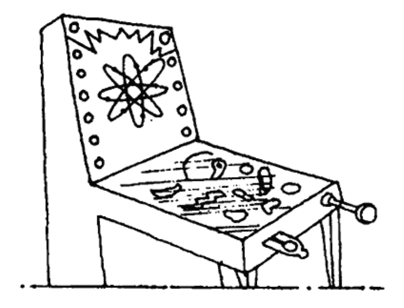


Fig. 179. Esencialmente impredictible.

Causa y efecto aún enlazan muchos de los acontecimientos de nuestro mundo. Pero también es cierto que muchos acontecimientos se producen sin ninguna razón real. Si hay un Dios que dirige la historia del mundo, no debió ser suficiente para él planificarlo todo hace billones de años y luego marcharse. Debió trabajar sobre todo el espacio-tiempo, entretejiendo los hilos que habían quedado sueltos, hasta obtener un modelo agradable.

Acertijo 10.1

Si usted pudiera avanzar y retroceder libremente en el tiempo, podría imitar la mayor parte de las proezas de un hiperser que puede moverse *ana* y *kata* a voluntad. ¿Cómo usaría usted el viaje en el tiempo para entrar en una habitación cerrada? ¿Cómo podría usarlo para extraer la cena del estómago de alguien sin molestarlo?

Solución

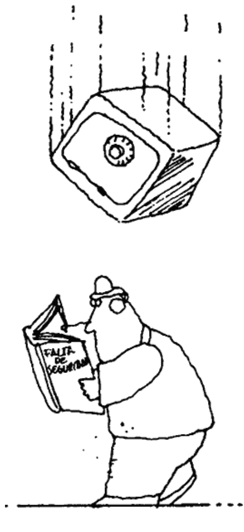


Fig. 180. Sincronicidad.

Por cierto, no deseo colocarme en la posición de los que sostienen que Dios existe y que es un humanoide gigantesco. Lo que trato de dejar claro es que, puesto que el proceso de causa y efecto no explica toda la estructura del mundo, debemos buscar otro tipo de modelo. Pienso, explícitamente, en el principio de conexión no-causal que se conoce como sincronicidad. ¿Qué es la sincronicidad?[45]

45 La sincronicidad no es un punto de vista filosófico, sino un concepto empírico que postula un principio intelectualmente necesario. Esto no puede denominarse ni materialismo ni metafísica...

Aprendes una nueva palabra y durante la semana siguiente, la encuentras en tres lugares distintos. Piensas en un viejo amigo de la escuela secundaria que no has visto durante años, suena el teléfono y es tu viejo amigo que te llama. Vas a una convención, esperando encontrarte con un cierto doctor X. con el que querrías discutir algunas cosas... y quién se sienta junto a ti en el autobús que os trae del aeropuerto sino el propio doctor X.

Coincidencias significativas. La vida está llena de ellas. ¿De dónde proceden? ¿Qué significan? ¿Pueden ser controladas?

C. G. Jung, el gran psicólogo suizo, comenzó a usar el término de sincronicidad en 1920, para significar «conexión no-causal» o «coincidencia significativa». Sus ideas más esclarecedoras sobre la sincronicidad se encuentran en su introducción al *I Ching*, un antiguo libro chino de adivinación. Para consultar el *I Ching* se echan tres monedas un total de seis veces para generar un «hexagrama», una configuración de líneas continuas y de trazos. Hay sesenta y cuatro hexagramas posibles, cada uno de los cuales tiene su correspondiente nombre y página de consejos. Lo que resulta verdaderamente sorprendente en el *I Ching* es que a menudo el consejo que da es precisa e inequívocamente adecuado a la situación real del que pregunta.

La sincronicidad no es más desconcertante o misteriosa que las discontinuidades de la física. La creencia profundamente arraigada en el poder soberano de la causalidad es lo único que plantea dificultades intelectuales y hace impensable que existan los acontecimientos sin causa o puedan ocurrir jamás. Pero si ocurren, debemos considerarlos como *actos creativos*, como la contigua creación de una pauta que existe desde toda la eternidad, se repite a sí misma esporádicamente y no es deducible de ningún antecedente conocido...
Coincidencias significativas son concebibles como pura casualidad. Pero, cuanto más se multiplican y cuanto más grande y exacta es la correspondencia, más disminuye su probabilidad y se hacen cada vez más impensables, hasta que ya no pueden considerarse como puras coincidencias, sino que, a falta de una explicación causal, es necesario considerarlas como disposiciones significativas. (C. G. Jung, *Sincronicidad*, 1952).

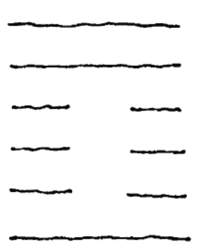


Fig. 181. El hexagrama para «aumenta».

Un ejemplo: una pareja de jóvenes casados que conozco esperaba un tercer hijo que no había planeado tener. Decidieron que no podían afrontarlo y arreglaron una fecha para un aborto. No obstante, surgieron dudas sobre si ese curso de acción era lo que debían hacer y consultaron el *I Ching.* ¿Qué resultó? «Aumenta. Falta uno más para emprender algo. Falta uno más para cruzar las grandes aguas.» Escucharon este consejo y afrontaron las aguas del nacimiento una vez más y tuvieron su tercer hijo. Lo que hizo que esta historia me impresionara realmente fue que, poco después, apareció la novela de Alison Lurie *The War Between the Tates (La guerra entre los Tates)* y... esta novela contiene una descripción de una pareja que pasa por la misma secuencia de acontecimientos.

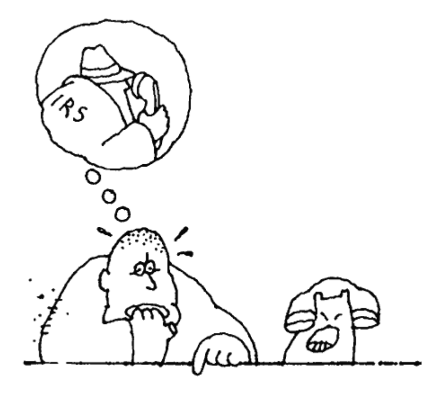


Fig. 182. No todas las premoniciones son correctas.

Por supuesto, desde el punto de vista estadístico, se espera que se produzcan cierta cantidad de coincidencias notables. Si se juega a la ruleta durante suficiente tiempo, llegará una noche en que se ganará cada vez que se apueste. Por regla general, cuando pienso en alguien, en realidad, no me llama... Entonces, ¿por qué resulta tan sorprendente la vez que sí me llama?

También hay cierta cantidad de autosugestión en la observación de las coincidencias. Si, por ejemplo, tengo el brazo escayolado, seré muy consciente de otros en mi situación... Veré gente escayolada en todas partes donde vaya. ¿Es esto sincronicidad, o se trata de una simple alteración en el modo en que veo el mundo? Es probable que siempre haya una serie de gente a mi alrededor que está escayolada, pero yo no reparo en ellos.

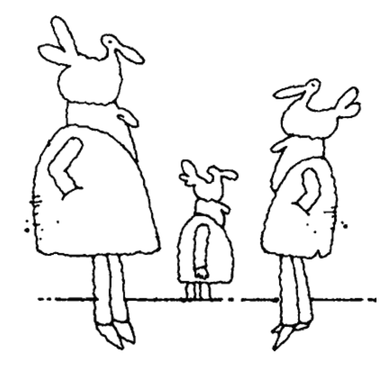


Fig. 183. Advertimos gente con nuestro mismo aspecto.

Sin embargo, este último ejemplo parece contener el germen de una explicación de la sincronicidad. Según la mecánica cuántica, la realidad tal como la conocemos es el producto de una interacción mutua entre el mundo objetivo y los observadores subjetivos. Jung consideraba estas interacciones fundamentales para la sincronicidad: «La sincronicidad considera que la coincidencia de acontecimientos en el espacio y en el tiempo significa algo más que puro azar, o sea, una interdependencia peculiar de acontecimientos objetivos entre sí, así como también con los estados subjetivos (psíquicos) del observador u observadores.» ¿El estado de ánimo del individuo determina lo que le sucede?

Hay una buena ilustración de sincronicidad en la famosa película de Steven Spielberg. E.T. (E.T. por Extra-Terrestre): es una agradable criatura parecida a un duende a quien ayuda un niño de diez años. Elliot. E.T. parece tener grandes poderes psíquicos y en algunos momentos su mente queda conectada con la de Elliot. En determinado momento, E.T. está mirando una aventura romántica en la televisión, mientras Elliot está en la escuela riñendo con una niña a la que admira. De pronto, las dos imágenes (Elliot-y-la-niña, el-héroe-y-la-heroína) adoptan el mismo *Gestalt*, y exactamente cuando el héroe besa a la heroína en la televisión, Elliot besa a la niña en el aula. ¿Significa esto que la percepción de E.T. de la representación de la TV. altera la realidad de Elliot? ¿O sería mejor decir que Elliot y E.T. son partes de un sistema conectado que manifiesta la misma experiencia en distintos lugares?

La primera manera de plantearlo sugiere que E.T. tiene una especie de «rayo mental» que, por medio de un encadenamiento de causa y efecto, altera lo que está sucediendo en el aula de Elliot. El segundo modo de ver la coincidencia sugiere, más bien, que hay una especie de armonía no-causal entre las acciones de Elliot y de E.T.

En el caso de esta película, por completo de ficción, el segundo punto de vista es el correcto. El niño actor que representa a Elliot y el muñeco robotizado que representa a E.T. tienen la misma «experiencia» porque Steven Spielberg, el creador de la historia, quiere que así sea. Él *ideó* la película para que contuviese esa particular sincronicidad.

Las películas y las novelas suelen incluir numerosas coincidencias significativas. Estos elementos sincrónicos proporcionan una especie de estructura «horizontal» complementaria al desarrollo «vertical» del argumento. Por la misma razón, las sincronicidades de nuestro mundo podrían considerarse una estructuración «horizontal» del espacio-tiempo, una estructuración que está allí por razones que se pueden considerar artísticas.

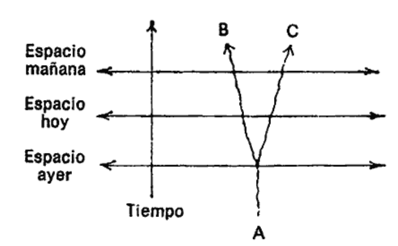


Fig. 184. Una causa común.

Permitidme que aclare un poco esta distinción «horizontal versus vertical» por medio de dos diagramas espacio-tiempo. En la figura 184 tenemos un diagrama espacio-tiempo que representa un objeto *A*, que ayer se dividió en dos objetos *B* y *C*, que ahora se apartan uno de otro. Podemos considerar, por ejemplo, que *A* es una ameba que se divide en otras dos amebas iguales *B* y *C*. *B* y *C* son idénticas, pero esto no es un ejemplo de sincronicidad. Las características similares de *B* y *C* se deducen de una causa común, su progenitor *A*.

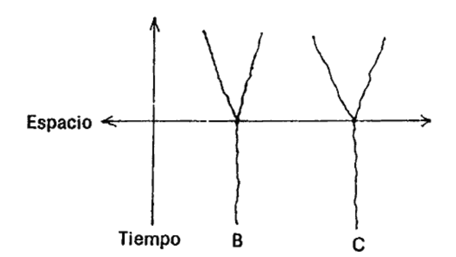


Fig. 185. Una coincidencia.

La figura 185 ilustra lo que podría ser un acontecimiento sincrónico. En este caso tenemos los dos objetos distantes *B* y *C* que coinciden en dividirse en dos exactamente al mismo tiempo. La división de *B* no se debe a *C*, y la división de *C* no se debe a *B*. Simplemente han ocurrido al mismo tiempo.

El asunto es que causa y efecto pueden considerarse como una especie de configuración de espacio-tiempo «vertical», mientras que la sincronicidad es una configuración de espacio-tiempo «horizontal». Causa y efecto establecen ciertos mode-

los ramificados en el tiempo; la sincronicidad ordena estos modelos acordes uno con otro. Cuando ambas configuraciones están funcionando, se obtiene el tipo de modelo complejo de acontecimientos característico de la vida como se vive.

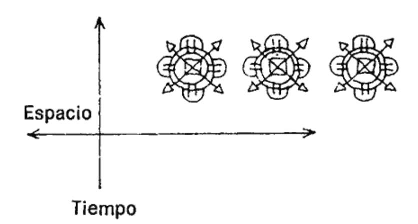


Fig. 186. Causa-efecto y sincronicidad.

Parece evidente que un universo de verdad de primera clase debe incluir una mezcla de ambos tipos de configuración de espacio-tiempo. Lo que quiero decir, en suma, es que nuestro mundo contiene sincronicidad porque es un mundo interesante y hermoso. Pero, ¿quién ha puesto toda esa sincronicidad ahí? ¿Quién le ha incorporado todo su profundo significado?

Muchos responderán que es Dios quien lo ha hecho. En realidad, una de las tres pruebas teológicas tradicionales de la existencia de Dios es el «argumento del diseño», que arguye que el Universo, como obra de arte suprema, debe haberlo hecho un gran Artista. Pero esta conclusión no es ineludible. Según la visión del mundo de la mecánica cuántica, somos nosotros mismos los que creamos el mundo, acontecimiento por acontecimiento, instante a instante. En cierto sentido, el Universo es un libro escrito por sus personajes, un sueño soñado por sus propios fantasmas.

Pero, entonces, ¿por qué el Universo tiene tal coherencia, tal sincronicidad? Aunque parezca raro, la mecánica cuántica no sólo permite la existencia de acontecimientos sincrónicos... sino que los *requiere*. Este resultado, establecido en una fecha tan reciente como la década de los 70, tiene su inspiración original en la paradoja llamada de Einstein-Podolsky-Rosen, expuesta en 1935.

La paradoja EPR plantea lo siguiente. La mecánica cuántica predice que, una vez que dos partículas han estado próximas una de otra, continúan afectándose instantáneamente una a otra sin importar la distancia a que se separen. Ahora bien, por la relatividad de Einstein sabemos que ninguna señal puede viajar a una velocidad mayor que la de la luz. Volviendo a la figura 185, podemos ver que de ningún modo un cambio súbito de *B* puede *causar* un cambio sincronizado en *C* (o viceversa), ya que no hay modo de que una señal se mueva rápida e instantáneamente de uno a otro. Desde el punto de vista de Einstein, esto era una paradoja. *B* y *C* actúan en armonía, aunque no pueden intercambiar señales con la suficiente rapidez para *organizar* causalmente su armonía.

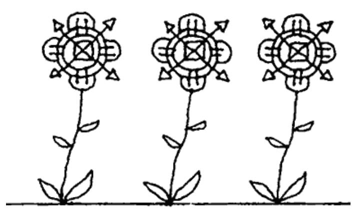


Fig. 187. Una causa común oculta.

Einstein era, en algunos sentidos, un pensador muy determinista. Consideraba la sincronicidad como un fenómeno demasiado milagroso como para que pudiera integrarse en nuestra física. Trató de escapar a las conclusiones de la paradoja EPR postulando la existencia de «variables ocultas», minúsculos relojes internos, por decirlo así, que serían la causa oculta de la destrucción simultánea de *B* y *C*.

Ahora bien, en el caso en que *A*, *B* y C sean *amebas*, esta opinión es correcta. Si *A* ha procreado *B* y *C*, el hecho de que *B* y *C* se desarrollen de manera simultánea no es, en realidad, sincrónico. Dos plantas que florecen al mismo tiempo no es sincronicidad; es, más bien, la evidencia de una causa oculta común: el antepasado común de las plantas con su reloj biológico incorporado. Las amebas *B* y *C* crecen al mismo ritmo porque tienen el mismo DNA. Einstein postuló que aun si *B* y *C* fueran cosas tan simples como fotones o electrones, debía

haber algún tipo de estructura interna, unas «variables ocultas», que explicara su comportamiento sincrónico.

Acertijo 10.2

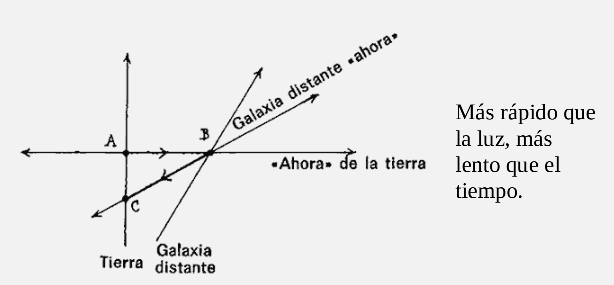
La relatividad restringida dice que es imposible marcar permanentemente cualquier localización espacial dada. En otras palabras, «justo aquí la semana pasada», no tiene un significado absoluto. ¿Cómo podría ir contra esta premisa la existencia de una máquina del tiempo? Solución

Estas variables ocultas no pueden observarse de manera directa. No obstante, en 1964, el físico John S. Bell ideó un tipo de experimento que podía comprobar la existencia de estas variables ocultas de un modo estadístico. En los años 70, los físicos de las Universidades de Berkeley. Harvard y otras llevaron a cabo una serie de tales experiencias y comprobaron lo que la física cuántica había afirmado durante todo ese tiempo: no hay variables ocultas, aun cuando es cierto que partículas distantes pueden comportarse de un modo sincronizado.

Estos resultados excluyen la existencia de esas causas ocultas que deseaba Einstein. Un electrón es exactamente lo que parece: una partícula muy simple sin memoria, sin reloj interno, sin «variables ocultas». El hecho de que dos partículas elementales *B* y *C* a gran distancia una de otra actúen de concierto *no tiene explicación*.

Esto es, en conclusión, la esencia de la sincronicidad: el mundo en que vivimos está lleno de armonías y coincidencias que no tienen ninguna explicación en términos de causa y efecto. Por tanto, resulta estéril buscar fuerzas ocultas y poderes encubiertos. El mundo es como es, lleno de causa y efecto, lleno de sincronicidad.

Algunos han considerado que estos avances significaban que unas proezas psíquicas como la telepatía y la psicocinética son ahora realidades científicas firmemente establecidas. Esto no es exacto. Para comprenderlo, debemos aclarar qué se entiende por estos dos conceptos.



Más rápido que la luz, más lento que el tiempo.

Acertijo 10.3

He aquí una figura que ilustra el hecho de que viajar más rápido que la luz puede llevar a un viaje en el tiempo a nuestro propio pasado. El viajero va de *A* a *B*, y a *C*, donde *B* es un acontecimiento en la línea del mundo de una galaxia distante que se aleja de la Tierra a una velocidad igual a la mitad de la velocidad de la luz. Explique cómo los caminos *AB* y *BC* pueden considerarse ambos como viajes más rápidos que la luz. *Solución*

La suposición básica detrás de estas ideas es que, si yo soy un «psíquico» y pienso de cierta manera, puedo cambiar el mundo que me rodea. En el caso de la telepatía, puedo transmitir mis pensamientos a otras personas; en el caso de psicocinética, puedo hacer que los objetos se muevan.

Un hecho bastante obvio (y que de algún modo se pasa por alto en la mayoría de las discusiones sobre los fenómenos psíquicos) es que, en cierto sentido, todos tenemos telepatía y psicocinética. Pienso algo, voy a verte para contártelo y resulta que tú piensas lo mismo. Quiero que ciertas palabras aparezcan en el papel de mi máquina de escribir, hago mover mis dedos y he aquí que las palabras aparecen. Quiero que mi cuerpo se desplace a la habitación de al lado, muevo las piernas y mi cuerpo aparece en la habitación de al lado. Todos estos fenómenos son, en cierto sentido, sorprendentes. ¿Quién necesita de la telepatía si tenemos teléfonos? ¿Por qué desear poderes psicocinéticos cuando tenemos manos? ¿Qué hace más atractivo el teletransporte que la aviación?

Acertijo 10.4

Los viajes más rápidos que la luz llevan al viaje por el tiempo; pero lo inverso también es cierto. El viaje por el tiempo lleva al viaje más rápido que la luz. Dados un cohete y una máquina del tiempo, ¿cómo se podría enviar una sonda por toda la Galaxia, y que regresara el mismo día? Solución

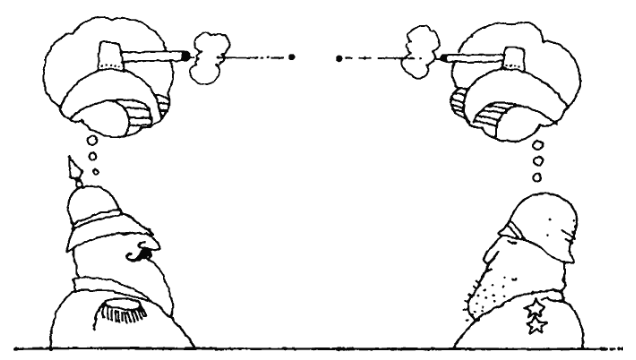


Fig. 188. La CIA ha asignado fondos para la investigación de la «guerra psicotrónica».

Pero, por supuesto, la gente siempre desea más. Un paradigma algo anticuado de los fenómenos psíquicos es que nuestros cerebros pueden generar algunos rayos misteriosos que salen y cambian el mundo que nos rodea. Pero, aun cuando tales rayos existieran, ¿serían tan distintos a las ondas de radio? Los rayos mentales serían susceptibles, en último término, de un análisis científico tradicional. No obstante, existe la impresión de que este tipo de fenómenos psíquicos, de existir, estarían situados fuera de la ciencia normal.

No, yo creo que lo que la gente espera realmente de los fenómenos psíquicos es la facultad de influir de manera instantánea en los objetos externos sin ningún tipo de mediación de causa-y-efecto. El hechicero frunce el ceño y al otro lado de la galaxia una estrella se transforma en supernova. Se supone que

los fenómenos psíquicos actúan con una velocidad mayor que la de la luz, horizontalmente a través del espacio-tiempo.

Acertijo 10.5

Si el propio tiempo pudiera curvarse en un vasto círculo, se podría esperar alcanzar el pasado viajando «alrededor» del tiempo. Pero considerar un universo en el cual el tiempo es un vasto círculo conduce a algunos problemas extraños. Digamos, por ejemplo, que se construye un radiofaro muy duradero y se deja flotando en el espacio cerca de la Tierra. ¿Es posible que este radiofaro pueda durar todo el tiempo? Y si esto ocurre, una vez que se ha enviado uno, ¿cuántos más se podrían detectar? ¿Qué pasa si se decide dejar flotando el radiofaro si, y sólo si, se descubre que no hay otros radiofaros antes de lanzarlo? Solución

Ahora bien, los nuevos experimentos cuánticos han establecido que (por lo menos a nivel de las partículas individuales), hay unas correlaciones cruzadas significativas y no-causales entre ciertas secuencias de acontecimientos. Un experimento típico de esta clase podría consistir en una fuente de energía y dos detectores de partículas en los extremos opuestos del laboratorio. Cada uno de los detectores imprime una secuencia fortuita de mediciones de «sí o no». Aunque cada secuencia, tomada por separado, parece fortuita y sin significado, el experimentador encuentra que, consideradas en conjunto, las dos secuencias tienen un notable grado de semejanza.

Pero esto no significa que un conjunto de medidas determine el otro. Dos regiones diferentes del universo pueden encontrarse, en algún momento, en una especie de armonía más-rápida-que-la-luz, pero es absurdo decir que los acontecimientos de una de las regiones *causan* los acontecimientos que ocurren en la otra región.

La gran diferencia entre sincronicidad y telepatía es que no se espera que podamos *controlar* la sincronicidad. El gesto del hechicero y la explosión en la estrella pueden producirse en el mismo momento, pero es absurdo afirmar que la estrella es la que ha provocado la mueca del hechicero, como lo sería decir

que éste ha provocado la explosión de la estrella. La sincronicidad simplemente sucede.

Acertijo 10.6

Hemos discutido algunas paradojas que surgen de la posibilidad de viajar al pasado. Pero, el hecho de *comunicarse* con el pasado lleva también a paradojas. Supongamos, por ejemplo, que tengo un teléfono mágico con las siguientes propiedades: siempre que levanto el receptor y marco el «1», el teléfono mágico llama una hora antes. Si oigo sonar el teléfono y levanto el receptor, puedo esperar oír la voz de mi yo futuro. Pero, ¿qué pasa si a las 9:00 decido que marcaré «1» a las 11:00, a menos que reciba una llamada a las 10:00? Solución

Imaginemos una sincronicidad a nivel humano. Digamos que Bob y Donna son amantes separados por los mandatos del destino. A menudo, piensan el uno en el otro y los primeros meses se escriben a menudo. Un día. Bob coge un viejo ejemplar del *Electric Kool-Aid Acid Test*, de Tom Wolfe. Mientras lo lee, da la casualidad que oye en la radio «Magic Man», de Heart. Hasta aquí, todo normal. Bob, sencillamente, se entretiene de un modo casual.

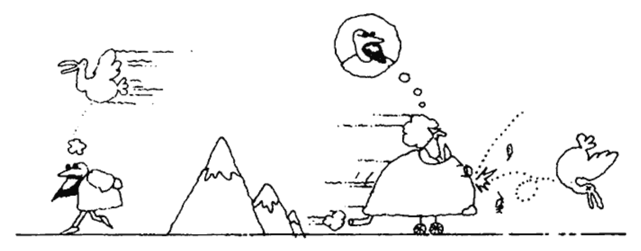


Fig. 189. Bob y Donna.

La semana siguiente, Bob recibe una carta de Donna: *«A propósito, ¿has oído alguna vez "Magic Man" de Heart? Te gustará. Esta semana he leído un libro titulado "Electric Kool-Aid Acid Test". ¿Lo conoces? Aparece una chica que se llama "Mountain Girl". A veces, ella* y Kesey *hablan durante horas;*

él la comprende mejor que nadie; cuando leí esto pensé en ti y *en mí*.»

¿Qué puede pensar el pobre Bob? ¿Es que Donna lee sus pensamientos? ¿Es que sus acciones controlan las de Donna? No. Cada uno de ellos vive al azar los acontecimientos de sus vidas. Sin embargo, estas vidas estuvieron en otro momento tan unidas que existe aún un grado de correlación entre ellas.

Nos encontramos en un universo de primera clase. Está lleno de acontecimientos simbólicos, de significados profundos y de fuertes coincidencias. Hay acontecimientos que, a falta de una palabra mejor, algunos llaman telepatía. No obstante, hay una palabra mejor: esta palabra es *sincronicidad*. «Telepatía» sugiere la idea de que se es capaz de ejercer un control sobre las coincidencias. Pero, seguramente, el curso de la vida nos ha enseñado a todos que cualquier esperanza de un control total es quimérica. La telepatía es una fantasía paranoica; la sincronicidad, es un hecho de la vida. Como decía un lema publicitario de los años 60: «No tenemos que juntarlo. *Está* junto.»

XI. ¿QUÉ ES LA REALIDAD?

Sin ideas preconcebidas de ninguna clase, ¿cuál es el modelo más razonable del mundo que podemos construir?

Sólo dos cosas parecen de verdad ciertas: existo y tengo percepciones. Puedo ser una máquina de materia, un alma, un ojo de Dios, un conjunto de ideas o quién sabe qué, pero estoy seguro de que existo. Soy la cosa que escribe estas palabras. Por supuesto, *usted* puede dudar de que sea real —quizá sólo esté usted soñando que lee este libro— pero está seguro de que usted mismo existe.

El hecho de que se tienen experiencias es igualmente cierto; para plantearlo de un modo más neutro, no se puede dudar de que las percepciones ocurren. En la física clásica, se supone que las percepciones son producidas por objetos en el espacio tridimensional; pero si esto se considera con más detenimiento, es una suposición artificial por completo.



Fig. 190. ¿Qué es la realidad?

No percibo el mundo como objetos estables, todos igualmente presentes en todo momento. El mundo de las percepciones inmediatas está formado todo por trozos y piezas, restos y fragmentos. El silbido del radiador, un mal gusto que siento en la boca, un dolor en mi cadera, el color rojo de mi máquina de escribir, el ruido que produzco al mecanografiar, el brillo gris

perla del cielo, mis gafas sobre mi nariz, la lluvia goteando a través del tejado en la habitación de al lado, los pájaros, los neumáticos de un coche que pasa por la calle, los libros de mi biblioteca; esto y aquello, una y otra vez, una mezcolanza de percepciones, y la realidad estable es una mera construcción. Dado que si me concentro ahora en mi línea de razonamiento, pierdo toda conciencia del cielo, de la lluvia, y de los coches, ¿no es razonable decir entonces que por el momento dejan de existir? ¿Debe un individuo ser como Atlas, que lleva todo el mundo sobre sus espaldas?

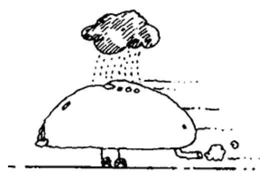


Fig. 191. Percepciones inmediatas.

El filósofo irlandés George Berkeley (1685-1753) abogaba por una filosofía idealista que llamó *inmaterialismo.* Nadie ha escrito con más elocuencia sobre Berkeley que Borges en su ensayo *Nueva refutación del tiempo.*

«Berkeley negó la materia. Ello no significa, entiéndase bien, que negó los colores, los olores, los sabores, los sonidos y los contactos; lo que negó fue que, además de esas percepciones que componen el mundo externo, hubiera dolores que nadie siente, colores que nadie ve, formas que nadie toca. Razonó que agregar una materia a las percepciones es agregar al mundo un inconcebible mundo superfluo. Creyó en el mundo aparencial que urden los sentidos, pero entendió que el mundo material es una duplicación ilusoria.»

Es sorprendente saber que los físicos modernos adoptan un punto de vista parecido. En palabras de John Wheeler, uno de los grandes hombres de la física: «Ningún fenómeno elemental es un fenómeno hasta que es observado.» Con esto, Wheeler quiere significar que la aparición de la mecánica cuántica ha destruido la imagen de que el Universo está «allí fuera», mientras nosotros nos sentamos a observarlo. El tipo de preguntas

que se plantea (y el orden en que se hacen) tiene una profunda influencia en las respuestas que se obtienen y en la imagen del mundo que se construye.



Fig. 192. «Ningún fenómeno elemental es un fenómeno hasta que es observado.»

Me gustaría construir ahora un modelo de la realidad basado en la idea de que todo lo que existe son las percepciones de diversos observadores. La historia de «tres espacios más una dimensión tiempo» es simplemente un armazón particular para organizar nuestras sensaciones. Podemos —y lo hacemos— del mismo modo ordenar nuestros pensamientos e impresiones según muchos otros sistemas. Los pensamientos y los recuerdos relacionados con la «comida», por ejemplo, corresponden a un área, y este tipo de pensamientos, a su vez, se organizan de acuerdo con diversos tipos de criterios. Hay el eje de buena comida/mala comida, el eje de dulce/salado, el eje de crudo/cocido, mío/no-mío, hecho en casa/comprado, frío/caliente, rojo/verde, y así una cantidad infinita de otros ejes.

Lo que quiero decir es que si consideramos primarios los pensamientos y las sensaciones, no hay razón para limitar las «dimensiones» del mundo a las de espacio y tiempo implicadas en el movimiento de los objetos inanimados. Parte esencial de todo objeto que vemos es lo que el objeto nos recuerda, lo que opinamos de él, lo que sabemos de su pasado, y así por el estilo. Si hacemos un esfuerzo honesto para describir el mundo tal como lo vivimos, éste se hace infinitamente más complicado que un simple esquema 3-D. Se tiene la sensación de que cuanto más profundicemos en la naturaleza de la realidad, más

será lo que hallaremos. Lejos de ser limitado, el mundo es inagotablemente rico.[46]

Estamos acostumbrados a considerar que izquierda/derecha, delante/detrás, arriba/abajo, pasado/futuro y, quizás, *ana/kata*, son las únicas dimensiones posibles. Pero, ¿acaso no tienen el mismo derecho a ser dimensiones de la realidad frío/caliente, agradable/desagradable, bonito/feo y todas las demás distinciones? Después de todo, no es suficiente decir a una persona dónde y cuándo está un objeto dado. Se desea saber también si es rojo, si es bueno para comer, cuánto cuesta, quién más lo ve, cuánto pesa, etc.

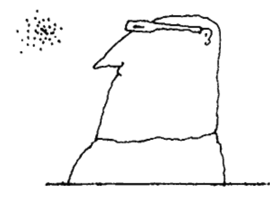


Fig. 193. Configuraciones de átomos.

El enfoque tradicional de la ciencia ha sido explicar los fenómenos sensoriales, como el color y el calor, en términos de configuraciones espaciotemporales de átomos. Pero, ¿quién ha visto nunca un átomo? En el mejor de los casos, puede que se haya visto algún tipo de fotografía de un punto granuloso obtenida con el microscopio electrónico. Y la *experiencia* de ver tal fotografía consiste, en realidad, en un conjunto de fenómenos sensorios relativos al color, al brillo, etc. La materia puede

46 Pero tú dices, seguro que no hay nada más fácil que imaginar árboles, por ejemplo, en un parque, o libros en una librería, y nadie allí para percibirlos. Yo respondo, puedes hacerlo, no hay dificultad en ello: ¿pero, qué es todo esto, te suplico, sino forjar en tu mente ciertas ideas que tú llamas *libros* y *árboles* al mismo tiempo que omites forjar la idea de alguien que pueda percibirlos? Pero, ¿no percibes tú mismo o piensas en ello todo el tiempo? Esto, por tanto, no tiene nada que ver con nuestro propósito: sólo te demuestra que tienes el poder de imaginar o formar ideas en tu mente; pero no demuestra que tú puedas concebirlo posible, los objetos de tu pensamiento pueden existir sin la mente... (George Berkeley, *A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge [Tratado sobre los principios del conocimiento humano]*, 1710.)

explicar nuestras percepciones, pero son nuestras percepciones las que nos informan sobre la materia.

Propongo que dejemos de tratar de explicar nuestras experiencias mentales en términos de objetos minúsculos invisibles dispuestos en configuraciones en el espacio 3-D. En lugar de esto, consideremos nuestros pensamientos y sensaciones reales como verdaderas entidades fundamentales. Consideremos que una «dimensión» es cualquier tipo posible de variación, categoría o distinción. Por cada pregunta que pueda plantearse acerca de un objeto, hay toda una serie de posibles respuestas; consideraremos cada una de estas series como un eje en el *verdadero* «espacio» que sirve de fundamento a nuestras percepciones.



Fig. 194. Espacio táctico unidimensional.

¿Qué nombre le daremos a este espacio? *Espacio fáctico* suena bien. Una entidad de cualquier tipo es un pequeño bulto en el espacio fáctico. En tanto que la posición de una entidad en un eje se dé con precisión, el bulto correspondiente tendrá una sección transversal minúscula en la dirección de ese eje. Si las propiedades de una entidad son inciertas o indeterminadas, su bulto será impreciso y más extenso. El mundo —el conjunto de todos los pensamientos y todos los objetos— es una configuración que se extiende por el espacio fáctico.

¿Cómo es esta configuración? Sería útil, en este punto, considerar un ejemplo de una dimensión inferior. Imaginemos a Linealandia habitada por dos Puntos. Supongamos por ahora que los Puntos están en reposo en su línea de espacio y supongamos que son tan simples que todo lo que se sabe de cualquier Punto dado es su posición. Si imaginamos esta Linealandia desde el exterior, veremos que tiene un espacio fáctico que es sólo una línea con dos Puntos en ella. Si, por alguna razón, la posición exacta de los Puntos es incierta, los bultos que representan sus posiciones serán como una mancha. Para visualizar

esta idea de mancha podemos imaginar que es como una mancha de luz, brillante en el centro y que se oscurece hacia los bordes.

En la práctica, no hay límites claros entre las cosas. En términos de nuestro modelo, esto puede representarse suponiendo que ningún punto entre *A* y *B* es *completamente* oscuro: toda la línea está algo iluminada, pero como tiene dos regiones particularmente brillantes, decimos que hay dos Puntos definidos.

Si suponemos que los Puntos tienen alguna otra propiedad además de la posición, el espacio fáctico asumirá más dimensiones. Si suponemos, por ejemplo, que los Puntos pueden estar a distintas temperaturas y tener diferentes estados de ánimo, obtendremos algo como la figura 195. Al observarla, vemos que *A* está al este de *B,* y que *B,* aunque más frío que *A*, está de mejor humor. Obsérvese también que la incertidumbre con respecto del humor de los Puntos es mayor que la incertidumbre con respecto de su temperatura. Pero, un momento, ¿de la incertidumbre de *quién* estoy hablando?[47]

---

47 Recuerda cómo va: uno de los participantes de la fiesta de sobremesa es enviado fuera de la sala y los demás se ponen de acuerdo en una palabra; el primero vuelve y comienza a preguntar. «¿Es algo vivo?» «No.» «¿Está aquí en la tierra?» «Sí.» Y así las preguntas van de uno a otro alrededor de la habitación, hasta que, por último, surge la palabra: se gana si se logra en veinte intentos o menos, sino, se pierde.
Entonces llega el momento en que somos el cuarto que debe salir de la habitación. Nos dejan fuera un tiempo increíblemente largo. Al fin se nos admite y encontramos una sonrisa en todos los rostros, signo de una broma o una conspiración. Inocentemente comenzamos las preguntas. Al principio, las respuestas llegan rápidas. Después, cada vez se tarda más en responder... extraño, cuando la respuesta es sólo un sencillo «Sí» o «No». Finalmente, sintiéndonos incómodos, preguntamos: «¿Es la palabra "nube"?» «Sí», nos responden y todos ríen a carcajadas. Cuando estábamos fuera de la habitación, nos explican, se pusieron de acuerdo en no elegir de antemano ninguna palabra. Cada uno alrededor del círculo podía contestar «sí» o «no» como quisiera a cualquier pregunta que se les formulara. Pero, no obstante, debía tener in mente una palabra compatible con su propia respuesta... y con todas las respuestas que ya se habían dado...
En el mundo real de la física cuántica, *ningún fenómeno elemental es un fenómeno hasta que es un fenómeno observado.* En la versión sorpresa del juego, ninguna palabra es una palabra hasta que ésta es promovida a la realidad por la elección de preguntas hechas y respuestas dadas. ¿Estaba ya allí la palabra

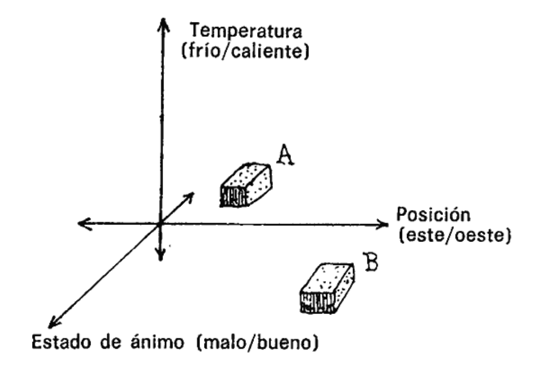


Fig. 195. Espacio fáctico tridimensional.

Éste es un punto importante. Un espacio fáctico como el de la figura 195 está dibujado como si el observador estuviera fuera del universo de los Puntos y midiera sus propiedades. Pero este tipo de actitud no funcionará si queremos hablar del mundo real en que vivirnos. No *podemos observar nuestro mundo desde el exterior.* Si consideramos que el «mundo» es todo lo que existe, ¡no puede haber un observador exterior!

Supongamos que descartamos toda idea de observar los Puntos desde el exterior y asumimos que los únicos hechos reales en Linealandia implican *lo que conocen los Puntos.* Asumamos, además, que la única propiedad que tienen los Puntos es la posición. En este caso, el espacio fáctico tendrá dos ejes: uno para representar donde *A* cree que están los dos Puntos y otro para representar donde cree *B* que están los dos Puntos. Si hubiera diez Puntos, necesitaríamos diez ejes, que representarían la opinión de cada Punto acerca de las posiciones de los demás.

En la figura 196 he dibujado el espacio fáctico para dos Puntos, *A* y *B,* que advierten sus posiciones mutuas. La mancha inferior representa *A* y la otra *B.* Si bajamos verticalmente de la mancha *A*, obtendremos una localización angosta sobre el

«nube» esperando ser hallada cuando entramos en la habitación? ¡Pura ilusión! (John A. Wheeler, *Frontiers of Time (Fronteras del tiempo]*, 1980.)

eje de posición según *A*. *A* sabe muy bien dónde está. Obsérvese, sin embargo, que A no tiene una idea exacta de dónde está *B*. Si se estudia el diagrama con mayor detención, podemos ver que *B* es un Punto menos «egocéntrico» que *A*. Es decir, si trazamos las horizontales de la mancha *A* y la mancha *B*, nos daremos cuenta que *B* sabe la posición de ambos Puntos con la misma exactitud.

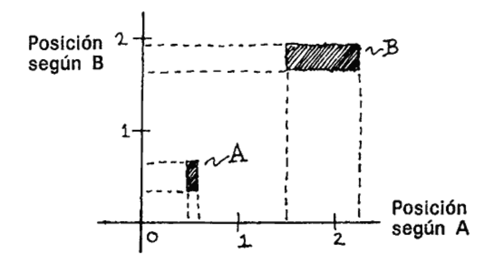


Fig. 196. Espacio fáctico autogenerado.

Es interesante observar que la cualidad de «egocentrismo» de *A* no se puede saber con sólo mirar la mancha *A*. Esta cualidad sólo se advierte si consideramos toda la configuración en el espacio fáctico. A propósito, ¿qué nombre daremos a una configuración en el espacio fáctico? Vamos a suponer que lo llamamos *estado del mundo*, usando la palabra «estado» en el sentido de «estado de ser» o «estado de conciencia». Para expresar de otro modo lo que acabamos de plantear, podríamos decir que las propiedades de un individuo están ligadas en la configuración total del estado del mundo.[48]

Si el Punto *A* se centrara tan por completo en su propia localización hasta el extremo de perder de vista a *B*, tendríamos

48 Esas ambigüedades, redundancias y deficiencias recuerdan las que el doctor Franz Kuhn atribuye a cierta enciclopedia china que se titula *Emporio celestial de conocimientos benévolos*. En sus remotas páginas está escrito que los animales se dividen en: a) pertenecientes al Emperador, *b)* embalsamados, c) amaestrados, *d)* lechones, *e)* sirenas, *f)* fabulosos, *g)* perros sueltos, *h)* incluidos en esta clasificación, i) que se agitan como locos,;') innumerables, *k)* dibujados con un pincel finísimo de pelo de camello, *1}* etcétera, *m)* que acaban de romper el jarrón y n) que de lejos parecen moscas. (Jorge Luis Borges, *El idioma analítico de John Wilkins*, 1941.)

un estado del mundo como se muestra en la figura 197. Para cualquier individuo en un momento dado, la mayor parte del mundo será desconocida o indeterminada, como *B* lo es en relación a *A* en este caso. Obsérvese, sin embargo, que la indeterminación de *B* en relación a *A* no es obstáculo para que *B* tenga un conocimiento correcto de dónde están *A* y *B*.

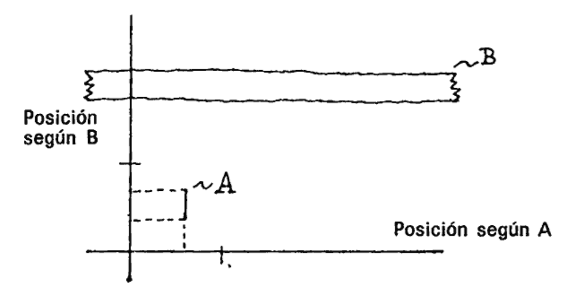


Fig. 197. *A* no tiene idea de dónde está *B*.

Debemos señalar aquí que este tipo de modelo resuelve una de las supuestas paradojas del inmaterialismo. Dos personas, por ejemplo, están de pie en un campo. Pasa corriendo un conejo. Una de ellas lo ve, la otra no. Para la primera persona, el conejo tiene una existencia definida; para la otra, el conejo no existe. ¿Cómo puede existir y no existir el mismo conejo? En nuestro modelo de espacio fáctico, este problema no se plantea. El bulto que representa el conejo tendrá la forma de una proyección aguda en el eje de una de las personas y una proyección confusa en el eje de la otra persona.

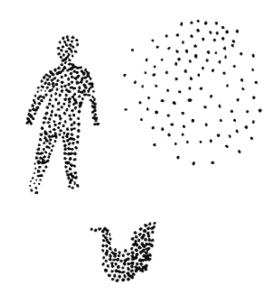


Fig. 198. Un gran número de individuos.

Volviendo a nuestro espacio fáctico de Linealandia, obsérvese que si agregáramos las propiedades de «temperatura» y «estado de ánimo» como antes, necesitaríamos un total de seis ejes; tres para representar las ideas de A sobre la posición, temperatura y estado de ánimo, y otros tres para representar las opiniones de *B*. En general, un mundo con *P* propiedades distintas e *I* individuos distintos tendrá *P* veces *I* ejes en su espacio fáctico total. El estado del mundo puede considerarse como una configuración de más o menos bultos distintos en un espacio fáctico de muchas dimensiones.

Acertijo 11.1

Supongamos que el espacio y el tiempo sólo son construcciones mentales. En general, la única razón que tenemos para decir que un estado mental *B* es posterior a otro estado mental *A*, es que *B* incluye una memoria del estado *A*, pero *A* no incluye una memoria del estado *B*. Bajo esta definición de «antes y después», ¿se ajustan, necesariamente, las percepciones de una persona a una secuencia lineal de tiempo? *Solución*

A medida que los distintos individuos interaccionan entre sí, cambia el conocimiento que tienen unos de otros. Los bultos de luz se desplazan y se fusionan, se engrosan y se reducen. Puede considerarse que la configuración cambia con el paso del tiempo; de manera alternativa, podemos tomar la percepción temporal de cada individuo como un eje y suponer el cambio temporal congelado en el estado del mundo.[49]

---

49 Somos seres iguales y el Universo es nuestras relaciones unos con otros. El Universo está compuesto de una clase de entidad: cada uno está vivo, cada uno determina el curso de su propia existencia.
El Universo está hecho de una clase de sea-lo-que-sea que no puede ser definida. Para nuestro propósito, no es necesario tratar de definirlo. Todo lo que necesitamos hacer es suponer que hay sólo *una clase* de sea-lo-que-sea, y ver si esto conduce a una explicación razonable del mundo tal como lo conocemos.
La función básica de cada ser es expandirse y contraerse. Los seres que se expanden tienen poder de penetración; los seres que se contraen son densos y no tienen poder de penetración. Por tanto, cada uno de nosotros, solos o en combinación, podemos aparecer como espacio, energía o masa, según la relación

Hasta aquí no se ha discutido el asunto de qué tipos de cosas de nuestro mundo consideraremos como individuos. ¿Sólo la gente? ¿La gente y los animales? ¿La gente, los animales y las plantas? ¿La gente, los animales, las plantas y los robots? ¿Deberíamos incluir las galaxias y las piedras? Puesto que, de cualquier manera, vamos a tener a una cantidad imposible de manejar, me inclino a ser generoso en este punto. Pienso llegar hasta el final y dejar que se englobe todo lo que gustéis y que pueda considerarse un individuo capaz de ciertas clases de «conocimiento». Una piedra en un campo no sabe mucho, pero sí sabe que hay algo masivo (la Tierra) justo debajo de ella. Podemos decir que tiene algún tipo de «conocimiento» ya que, si la levantamos y la dejamos caer ¡cae directamente al suelo! Vamos a hablar con un poco más de seriedad, cualquier objeto, animado o no, «conoce» o contiene información sobre una serie de otros objetos.

Este punto de vista —de que todo es, en cierto sentido vivo y consciente— se ha conocido históricamente como hilozoísmo o panpsiquismo. Es, por supuesto, un punto de vista fácil de ridiculizar. ¿Puede sentir amor un cubo de la basura? ¿Puede un zapato razonar sobre matemáticas? Pero el asunto no es que vayamos a considerar los objetos como si fueran «igual que personas». El asunto sólo es que quizá podríamos considerar los objetos como centros integrativos del espacio fáctico, entidades que existen en el mismo sentido en que nosotros mismos somos configuraciones que existen.

---

entre expansión y contracción elegida, y el tipo de vibraciones que cada uno de nosotros expresa por medio de la alternancia de la expansión y la contracción. Cada ser controla sus propias vibraciones.

Un ser completamente expandido es espacio... Cuando un ser está totalmente contraído, es una partícula de masa, completamente «implosionada»... Cuando un ser alterna la expansión y la contracción, es energía... El Universo es una armonía infinita de seres que vibran en elaborada gama de proporciones de expansión-contracción, de modulaciones de frecuencia, etc.

Lo que necesitamos recordar es que aquí no hay nadie más que nosotros, polluelos. El Universo entero está constituido por seres que son exactamente como nosotros. (Thaddeus Golas, *The Lazy Man's Guide to Enlightenment [Guía para instruir al hombre perezoso]*, 1972.)

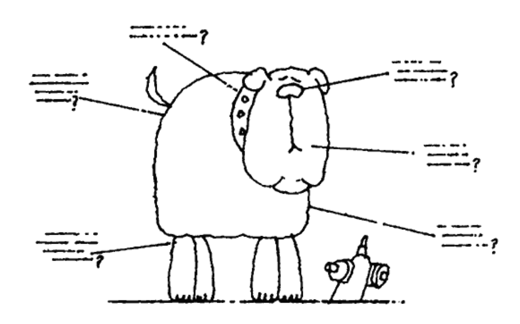


Fig. 199. El mundo es como un juego de ««Preguntas infinitas»; el número de preguntas que se puede formular no tiene fin.

Por tanto, en el espacio fáctico habrá un gran número de individuos. ¿Y cuántas propiedades posibles podría haber? Parece realmente infinita la cantidad de propiedades susceptibles de ser poseídas por los individuos. Si se comienza a hacer preguntas sobre un objeto preciso, parece como si se pudiera seguir haciendo preguntas eternamente. O sea, que si el espacio fáctico ha de tener, tantas dimensiones como número de individuos *multiplicado por* el número de propiedades, creo que también puede proseguirse y decir que el espacio fáctico es probable que tenga infinitas dimensiones. Nuestro mundo es una configuración en un espacio de infinitas dimensiones, o «∞–D».

La idea de un espacio ∞-D no es algo que acabo de inventar. Los filósofos del hiperespacio de fines del siglo XIX, eran muy conscientes de que la idea de dimensiones superiores conducía a una regresión infinita: la superficie 2-D de la Tierra es parte de nuestro universo 3-D. Nuestro universo 3-D puede muy bien ser la hipersuperficie de una hiperesfera 4-D. Nuestra hiperesfera 4-D es una sección transversal de una configuración curva espacio-tiempo de 5-D. El espacio-tiempo curvo 5-D es quizá sólo una capa de una pila de espacio-tiempos alternativos 6-D. La pila 6-D puede estar a su vez alabeada y retorcida en un espacio 7-D; diversas versiones de la pila pueden estar alojadas

en un espacio 8-D. Quizá todo el espacio 8-D puede considerarse que se desarrolla a lo largo de un eje de supertiempo 9-D. Y así sucesivamente. ¿Dónde podemos detenernos? Sólo en el infinito.

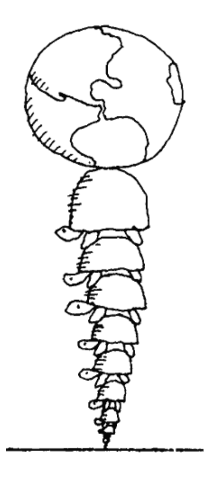


Fig. 2. Tortugas hasta el infinito.

Hinton comparaba esto con el tipo de regresión que se plantea si alguien dice que el mundo descansa sobre las espaldas de una tortuga. ¿Y sobre qué se sostiene la tortuga? Sobre otra tortuga, que se sostiene sobre otra, que está sobre otra, *ad infinitum.* El teólogo Arthur Willink encontraba estimulante esta regresión infinita del espacio y, en 1893, en un trabajo que tituló *The World of the Unseen (El mundo de lo invisible)*, afirmaba que Dios moraba en el último espacio ∞-D:

«Es necesario avanzar más y reconocer una extensión muy amplia de la idea de Espacio Superior, que no queda en modo alguno agotada cuando se alcanza la concepción de un Espacio de Cuatro Dimensiones... Cuando hemos reconocido la existencia de un Espacio de Cuatro Dimensiones, no hay grandes impedimentos para el reconocimiento de un Espacio de Cinco Dimensiones, y así hasta el Espacio de un número infinito de Dimensiones.

»...Y, aunque es imposible siquiera comenzar a imaginar qué apariencia tendría un objeto material de nuestro Espacio para un

observador de un Espacio Superior, resulta evidente que tendría una visión infinitamente más perfecta de sus constituyentes que un observador de cualquier región de un Espacio Inferior. Mientras que a un ojo del Espacio Más Superior de todos, se le revelarían los secretos más ocultos de las cosas.

»Esto recalca con fuerza lo que se ha dicho sobre la Omnisciencia de Dios. Ya que Él, que mora en el Espacio Superior, no sólo tiene una visión perfecta de todo lo que constituye nuestro ser, sino que también está infinitamente más cerca de cada punto y cada partícula de nuestra constitución. De modo que, en el sentido más estrictamente físico, es cierto que en Él vivimos y nos movemos y que posee nuestro ser.»

Acertijo 11.2

El escritor inglés J. W. Dunne creía que nuestros sueños estaban formados por impresiones que provenían tanto del pasado como del futuro. En *An Experiment with Time (Un experimento con el tiempo),* de 1927, sostenía que la mente que sueña es capaz de elevarse y salir fuera del espacio y del tiempo y ver lo que vendrá. Esto parece conducir a una especie de paradoja: Supongamos que debo coger un avión el martes, y que, cosa desconocida por mí, el avión va a estrellarse. El lunes por la noche mi mente en sueños ve en el futuro, y tengo un horrible y vivido sueño de mi muerte en un accidente de aviación. El martes por la mañana, me siento tan alterado que decido postergar el viaje. El martes por la tarde, miro las noticias y veo que el avión que debía coger se estrelló efectivamente, y murieron todos los que viajaban con él. La paradoja es ésta: Puesto que no sufrí el accidente en realidad, ¿cómo puedo haberlo visto como parte de mi futuro? Dunne encuentra una salida a este problema en su afirmación de que hay una *segunda dimensión del tiempo.* ¿Podría usted completar los detalles de su argumento? *Solución*

Este pasaje es muy interesante y, sin duda, uno de los primeros empleos filosóficos del espacio ∞-D. Un pasaje similar puede hallarse en un ensayo de 1886 titulado *Sobre los varios puntos de vista respecto del infinito real,* del matemático alemán Georg Cantor:

«El miedo al infinito es una forma de miopía que anula la posibilidad de ver el verdadero infinito, aun cuando en.su forma más elevada nos ha creado y nos sustenta, y en su forma secundaria transfinita ocurre a nuestro alrededor e incluso mora en nuestras mentes.»

Acertijo 11.3

Según la mecánica cuántica, si se pierde de vista a alguien, él o ella pronto se hacen indeterminados para uno: se deja de saber cómo es la otra persona. Sin embargo, si se interroga a la persona, se verá que tiene características definidas. ¿Hay una contradicción en esto? *Solución*

Georg Cantor fue el primero que desarrolló un tratamiento del infinito rigurosamente matemático. Antes de Cantor, muchos matemáticos y filósofos temían que el infinito podía ser básicamente una noción contradictoria; pero, después de Cantor, los científicos pudieron empezar a utilizar la idea de infinito de un modo completamente informal.

A principios del siglo XIX, el matemático David Hilbert, sirviéndose del trabajo de Cantor, desarrolló la teoría de los espacios infinitidimensionales; espacios del tipo del espacio fáctico del que hemos hablado más arriba. Del mismo modo que un punto en el espacio 3-D puede representarse matemáticamente por una secuencia ordenada de *tres* coordenadas, un punto en un espacio ∞-D está representado por una secuencia *infinita* de números. Hay varias maneras de definir cosas como ángulos y distancias en un espacio ∞-D; el tipo de espacio matemático ∞-D que se usa con más frecuencia es el que se conoce como espacio de Hilbert.[50]

---

50 ¿Cómo expresar la Enseñanza final a que me condujo la Esfera A? En mi angustioso miedo a la Muerte, le rogué que me proporcionara una última Visión, alguna Verdad superior que me ayudara a pasar el Final.
Esfera: Es difícil, ¡oh, Cuadrado! Ante el Absoluto ambos somos como Sombras. Espacio y Espacio-tiempo sólo son Conceptos. Sólo en el Autor hay un conocimiento final.
Yo: ¿Dónde está el Autor?

Durante una década o así, el trabajo sobre los espacios de Hilbert parecía ser simplemente otro ejemplo de matemáticos que perseguían la abstracción por la abstracción en sí misma. Pero, en la década de 1920, los físicos Werner Heisenberg y Erwin Schrödinger descubrieron que la mejor manera de interpretar la mecánica cuántica era decir que las *partículas son configuraciones en el espacio ∞-D de Hilbert.*

Desde entonces, los matemáticos y los físicos han desarrollado una elaborada teoría mecánica cuántica del mundo como una configuración en un espacio ∞-D de Hilbert. Uno de los grandes problemas de esta teoría ha sido encontrar algún significado real del espacio ∞-D implicado. Cuando los físicos clásicos nos presentan ecuaciones que comprenden cuatro variables, podemos entender que estas ecuaciones se refieren al espacio de tres dimensiones más una dimensión de tiempo. Pero

---

Esfera: Está en todas partes a nuestro alrededor. Él es la confusa oscuridad en la cual juega nuestra forma. Y también Él es sólo una forma en el innombrable Todo.

Ya no sabía si estaba dormitando o despierto. La voz de la esfera se perdió a lo lejos y todo fue confusión. Me sentí a mí mismo sólo como un Pensamiento, un fragmento sin base de un Sueño reiterativo. A mi alrededor sentía la mente Del-que-me-soñaba. Cobré ánimos y grité mi lamento.

Yo: ¿Puedes oírme, mi Señor?

El-que-me-soñaba: ¡Y cómo! ¿Qué hora es?

Yo: No hay Tiempo... eso ha dicho la Esfera.

El-que-me-soñaba: Bueno, sí. No para ti, de todos modos.

Yo: Devuélveme a mis compañeros, oh mi Autor. Haz que el Hexágono me perdone.

El-que-me-soñaba: Puedo hacer eso. Y, gracias, he disfrutado estando contigo. Odio despedirme.

Yo: Pero, seguramente, tú siempre estarás conmigo, ¿no? ¿No es mi Mundo tan sólo un fragmento de tu Mente?

El-que-me-soñaba: No es *mi* mente, en realidad. Yo sólo estoy aquí haciendo un reemplazo. Quién sabe quién será el que te soñará ahora.

Tú eres el inmortal de verdad. Cuadrado, no yo. Tú eres una Forma eterna.

Por un instante lo vi Todo claramente: la Verdad sin límites, los numerosos seres que sueñan, la representación de mi propia y apasionada vida. Y entonces me desperté.

Mi padre y el Hexágono A estaban allí con un policía. La situación era peligrosa, pero yo estaba tan lleno de Verdad y de Amor que pronto quedó todo resuelto. Los cuatro somos grandes amigos desde entonces. (Cuadrado A, *The Further Adventures of A Square [Nuevas aventuras de Cuadrado A],* 1984.)

la matemática de la mecánica cuántica parece haberse desarrollado de algún modo en el aire. No cabe duda que la teoría de los cuantos, tal como existe, permite la predicción correcta sobre algunos experimentos definidos. Pero nadie parece tener una buena opinión de lo que significa en realidad el espacio de Hilbert.

Al describir nuestro mundo de percepciones como una configuración de espacio fáctico ∞-D, he tratado de dar algún contenido real a la noción de un espacio ∞-D. La noción de espacio fáctico está, en muchos aspectos, modelada en el espacio cuántico mecánico de Hilbert. Dada la naturaleza proteica del infinito, no me sorprendería saber que los dos espacios son, en realidad, el mismo. Es importante tener presente que los ejes particulares que se trazan en un espacio dado son totalmente arbitrarios. Si bien un californiano y un neoyorquino viven en el mismo espacio, las direcciones que denominan «arriba» son algo diferentes. El espacio está dado en sí mismo, y sin ejes. Desde el momento en que construimos el mundo como una configuración en el espacio fáctico ∞-D, puede ocurrir que una simple modificación de los ejes nos conduzca al modelo espacial de Hilbert. Lo importante es recordar que los ejes no tienen absolutamente ninguna existencia objetiva.

¿Qué es la realidad?

Juntemos todas las percepciones, las vuestras y las mías, tomemos todos los pensamientos de todos y todas las visiones. En un espacio de infinitas dimensiones hay sitio para que todo quepa; cada uno es una pieza del Uno de infinitas dimensiones, y este Uno es la realidad.

La realidad es indescriptiblemente rica y compleja. A veces, olvido esto y la vida se torna gris. Pero el mundo está vivo, y nosotros somos partes vivas de él. Los pensamientos son tan reales y tan importantes como los objetos. Todo objeto es una fuente inagotable de admiración.

No sabemos por qué estamos aquí... ni siquiera sabemos qué *somos*. Pero existimos, y el mundo continúa. Nuestras nociones corrientes de espacio y tiempo son sólo una ficción conveniente. Las dimensiones superiores están en todas partes. No

necesitamos trabajar para lograr el esclarecimiento, el esclarecimiento está aquí y ahora, tan cercano como la cuarta dimensión.

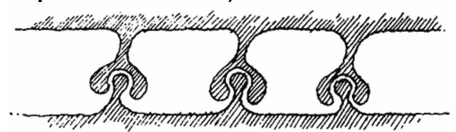
RESPUESTAS A LOS ACERTIJOS

Respuesta al acertijo 1.1

Si las dos formas de coches son de *tamaño* diferente, podrán pasar una a través de otra. La tercera dimensión de la distancia- desde-la-ventana está, en términos de imágenes, representada por el tamaño. Para las formas bidimensionales que se mueven en el cristal de la ventana, el tamaño es una dimensión superior. Si se viviera en un mundo tridimensional análogo: se podría cambiar de tamaño a voluntad, y se podría pasar «a través» de personas de tamaños diferentes.

← Volver

Respuesta al acertijo 2.1



Entrañas autocomunicadas.

Una manera de evitar que el pobre Cuadrado A quede partido por la mitad sería que tuviera el tipo de intestinos que se representa en el dibujo. Las proyecciones de la mitad superior se enganchan en las prominencias de la mitad inferior y mantienen unido el cuerpo de Cuadrado A. Los alimentos pasan a lo largo de los intestinos del mismo modo que una barcaza se desplaza a través de las esclusas de un canal, en el que las compuertas se abren momentáneamente, una detrás de otra a su paso.

← Volver

Respuesta al acertijo 2.2

En una estricta analogía con nuestro mundo, esperaríamos que las criaturas bidimensionales se arrastraran por el borde de un disco: su planeta.

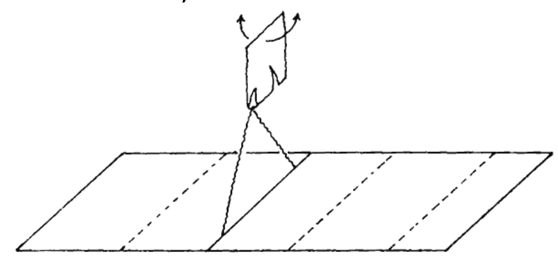
← *Volver*

Respuesta al acertijo 3.1

Si un espacio 3-D intersectara nuestro planeta sólo en un plano, veríamos quizás algo así: un plano de luz oblicuo que emerge del suelo y se alza hacia el cielo, con bultos de extrañas formas que se mueven a la deriva por el plano y se deslizan arriba y abajo como asombrosos *frisbees* o platillos volantes. Los bultos serían muy tenues y sólidos al tacto.

← Volver

Respuesta al acertijo 3.2



El Cuadrado A explorando Planilandia.

La retina de Cuadrado A es un segmento diseñado para admitir luz según el plano del cuerpo de Cuadrado A. Ahora bien, parece que, al mirar hacia abajo a Planilandia desde la tercera dimensión, Cuadrado A sólo vería realmente aquellos objetos de Planilandia que intersectan el plano de su visión. La situación sería exactamente como la de un habitante de Planilandia en un mundo perpendicular, como se describe en el acertijo 3.1.

Ahora bien, si Cuadrado A se mece hacia delante y hacia atrás, puede explorar las diversas secciones transversales de Planilandia y luego combinarlas mentalmente para obtener una imagen 2-D completa. Del mismo modo, si estuviéramos en el espacio 4-D y observáramos nuestro mundo, veríamos diversas secciones transversales planas de él. Con algún esfuerzo, podríamos combinar estas secciones hasta formar una imagen 3-D completa de todo, interior y exterior.

← *Volver*

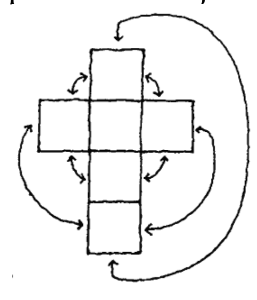
Respuesta al acertijo 3.3

	Rincones	*Lados*	*Caras*	*Sólidos*
Cubo	8	12	6	1
Hipercubo	16	32	24	8
Hiperhipercubo	32	80	80	40

Es muy fácil ver que el número de límites o vértices se doblará cada vez que subimos a una dimensión. Pero ¿qué sucede con los otros epígrafes del cuadro? ¿Cómo sabemos, sin contar realmente las líneas de la figura 34, que el hipercubo tiene 32 lados o aristas? La base de este razonamiento es que un hipercubo se obtiene a partir de un cubo en la posición inicial, moviéndolo una unidad *ana* y colocando después el cubo en la posición final. El cubo inicial y el final aportan cada uno 12 lados o aristas, y cada uno de los ocho vértices del cubo traza una arista durante el movimiento *ana*. Por tanto, 12 + 8 + 12 = 32. Un razonamiento similar justificará los restantes epígrafes del cuadro.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 3.4



Crucifijo en cubo.

La cara de la base debe unirse con la cara superior y las caras laterales del cubo inferior han de conectarse a las cuatro caras abiertas de la parte principal. Es fácil de visualizar si se considera el proceso análogo de plegar un crucifijo para formar un cubo.

← Volver

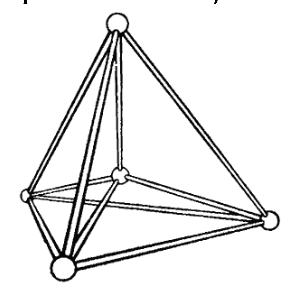
Respuesta al acertijo 3.5

La fórmula es S^4 y el hipercubo específico mencionado tendría un hipervolumen de 16 centímetros hipercúbicos.

Los griegos consideraban los números como magnitudes geométricas específicas. Para una longitud dada S, S^2 sería el área de un cuadrado y S^3 sería el volumen de un cubo. Puesto que no tenían la noción de una cuarta dimensión, casi no trabajaron con fórmulas o ecuaciones que implicaran potencias superiores a 3. Sólo después del Renacimiento los matemáticos se sintieron lo suficientemente seguros de su álgebra para trabajar con ecuaciones de grado más alto de un modo formal.

← Volver

Respuesta al acertijo 3.6



El pentaedroide.

(De *Geometry and Imagination* de D. Hilbert y S. Cohn-Vossen)

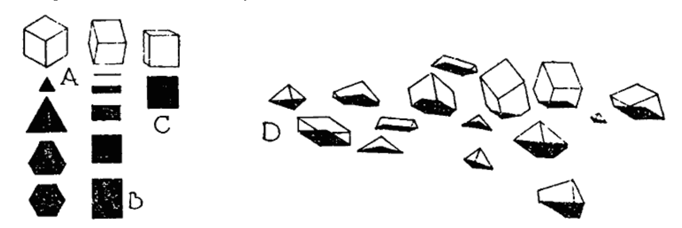
Si nos introducimos en el espacio 4-D, es posible que encontremos un quinto punto (al movernos ana desde el centro del tetraedro), de manera que los cinco puntos estén a la misma distancia uno de otro. Estos cinco puntos son los vértices del llamado pentaedroide.

Al mirar la figura, debemos imaginar que el punto central está en realidad un poco más alejado en la cuarta dimensión, de modo que todos los lados son realmente de la misma longitud.

Del mismo modo que un triángulo está formado por tres segmentos de recta y el tetraedro por cuatro triángulos, el pentaedroide está formado por cinco tetraedros. ¿Puede usted verlos todos?

← Volver

Respuesta al acertijo 4.1



Secciones transversales de cubos.
(De *A Primer of Higher Space* de Claude Bragdon.)

En sección transversal, un cubo puede parecer un cuadrado, un triángulo rectángulo o un hexágono, como se ilustra en un dibujo de Claude Bragdon.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 4.2

Esta ilusión me la envió Orville L. Parrinello, de Brazoria, Texas. Al principio es un poco difícil de entender, pero la idea básica es que si se deja que la «escalera» se invierta hacia delante y hacia atrás, el insecto será alternativamente visible en el suelo frente a Kilroy, o estará escondido en el techo del espacio detrás de Kilroy. La ilusión es interesante en particular ya que plantea la idea de que la realidad objetiva de Kilroy no es inmutable en absoluto. ¿Qué les parecería si los hechos de nuestras vidas, que parecen ser tan concretos, dependieran por completo de la manera como los miramos?

← Volver

Respuesta al acertijo 4.3

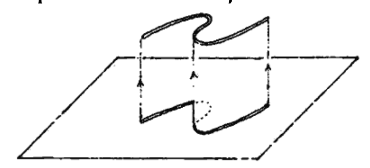


¿Es éste el Cuadrado A o el A boɒтbauϽ ?

Si Cuadrado A fuera transparente, podría parecer vuelto al revés cuando se le mira de canto, del mismo modo que el Cubo A transparente se invierte en la figura 51. La inversión podría parecer como si se hubiera tirado del Cuadrado «a través de sí mismo», como un guante izquierdo puede transformarse en un guante derecho si se le da la vuelta.

← Volver

Respuesta al acertijo 5.1



Trazo de una línea.

Una línea no puede anudarse en un espacio 2-D, porque no se puede lograr que una línea de Planilandia se cruce sobre sí misma. Y una línea no se mantiene anudada en el espacio 4-D porque, como se ha discutido en el capítulo 5, el grado adicional de libertad hará que cualquier nudo se deslice a través de sí mismo. Si todo se traslada a una dimensión más elevada, se supone que un plano puede anudarse en el espacio 4-D. pero no en el 3-D ni tampoco en el 5-D. ¿Cómo se anuda un plano? La idea es comenzar con una línea anudada y luego imaginar que ésta se mueve *ana* fuera del espacio. El trazo de esta línea al desplazarse será el plano anudado. El plano, es importante tenerlo bien claro, está anudado, *pero no se intersecta a sí mismo*. Por supuesto, si trasladamos el nudo al espacio 3-D, el trazo no se intersecta a sí mismo pero, dado que *ana es* perpendicular a cualquier dirección espacial, el trazo 4-D nunca vuelve sobre sí mismo en ninguna parte.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 6.1

El Astriano volteado tendría su vibrador inutilizado, puesto que lo tendría apuntado en dirección contraria a su espacio. Este ser carente de atmósfera, podría parecer insensible, un zombie, un hombre sin cualidades, un caso sin remedio. Es interesante recordar que algunos pensadores, incluido René Descartes, pensaban que la glándula pineal, que está situada en el centro del cerebro, podría servir como una especie de tercer ojo que percibiese el aura o las vibraciones astrales de otra persona.

← Volver

Respuesta al acertijo 6.2

Si un Astriano pudiera hundir su pequeña púa 3-D en el espacio subyacente con suficiente vigor, podría oponer una fuerza de gravedad que lo empujaría a través del espacio. En la novela de Charles H. Hinton, *An Episode of Flatland (Un episodio de Planilandia),* de 1907, esto es precisamente lo que hacen los Astrianos:

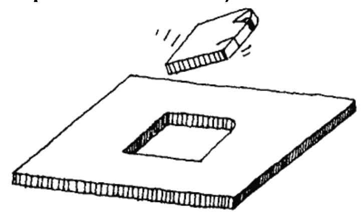
«Del mismo modo que un capitán de un barco tiene una actividad independiente del buque, nuestras almas tienen una actividad independiente del cuerpo. Nuestras almas pueden actuar con el ente contiguo (el éter)...

»Si lleno de devoción mi mente y pienso que me remonto y me elevo como un ángel en el aire, mi alma es quien hace que me eleve, alterando mi dirección al actuar en el ente contiguo.

»Si todos los hombres tuvieran los mismos pensamientos, todos tenderían a elevarse, y la fuerza unida de todos ellos sería muy grande, lo bastante para influir en la trayectoria de la Tierra en su órbita.»

← Volver

Respuesta al acertijo 6.3



El Cuadrado A ejecuta una maniobra peligrosa.

El Cubo recortó el trozo de espacio que contiene el Cuadrado A y dio la vuelta a esta porción. Ahora podríamos preocupamos por el espacio de Planilandia por el hecho de que tenga un agujero. Bueno, es posible que el Cubo A se haya preocupado por esto y haya cosido los bordes del agujero y de la pieza recortada. O quizá, simplemente hubo un agujero en el espacio durante algún tiempo. ¿Cómo será esto de tener un agujero en el espacio? Volveremos a esta pregunta en el capítulo 7.

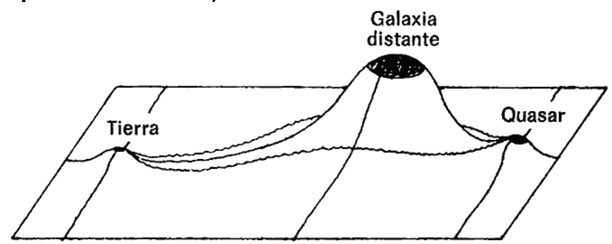
← *Volver*

Respuesta al acertijo 6.4

No, porque no podemos asegurar si el agujero se mueve en el espacio o no. Es análogo al hecho de que una particular protuberancia de materia no sirve para marcar una región particular de la trama del espacio: cuando una ola se mueve a través del agua, las partículas de agua que la componen cambian constantemente. Puede compararse un agujero móvil del espacio con una burbuja que flota en un líquido. Aun cuando la forma y el tamaño de la burbuja se mantengan siempre iguales, las porciones de líquido que lindan con la burbuja cambian a medida que ésta se desplaza. Una idea inusitada que sugieren estas consideraciones es que tal vez los componentes de materia más pequeños no son torbellinos o protuberancias del espacio, sino auténticos *agujeros en el espacio.*

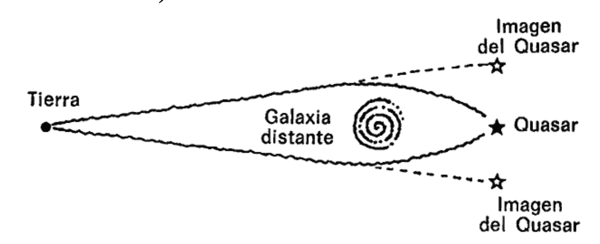
← Volver

Respuesta al acertijo 6.5



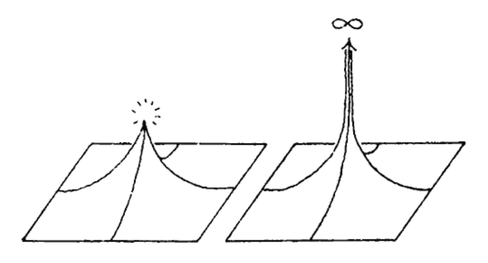
Tres protuberancias en hilera y dos caminos cortos.

La idea es que la protuberancia de la galaxia está en la misma línea que une nuestra posición con el quasar. La luz desde el quasar hasta nosotros puede desplazarse según dos caminos más cortos alternativos: uno a cada lado del gran promontorio espacial de la galaxia. La división de la imagen del quasar fue observada claramente en 1979. (Véase Frederic Chaffee, *The Discovery of Gravitational Lens [El descubrimiento de un lente gravitacional*], *Scientific American,* noviembre de 1980.)



Vista superior de los dos caminos.

La frase «lente gravitacional» es un modo muy interesante de expresar el hecho de que la curvatura del espacio puede torcer la luz. Es divertido pensar en un inmenso supertelescopio basado en lentes gravitacionales de millones de millas de diámetro.



Dos clases de singularidad.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 6.6

Una masa del tamaño de un punto puede ser representada de la manera más simple como una aguda cúspide en el espacio. O, también, se podría imaginar que esta cúspide se prolonga hasta el infinito.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 7.1

En una esfera, la línea geodésica es lo que se llama círculo máximo, es decir, un círculo como el ecuador, que es el máximo posible. Con relación a la superficie de la esfera, el ecuador es «recto» porque no se tuerce ni hacia el norte ni hacia el sur. Un círculo menor, como por ejemplo, el Círculo Ártico, puede verse cómo se tuerce en la superficie de la esfera y no puede considerarse como una línea geodésica.

← Volver

Respuesta al acertijo 7.2

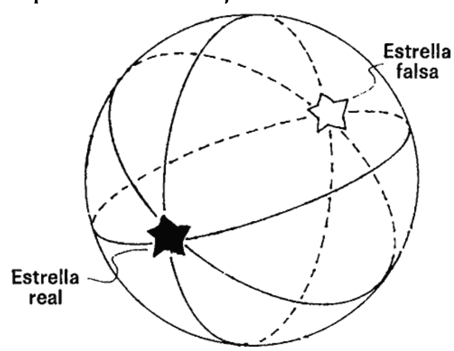
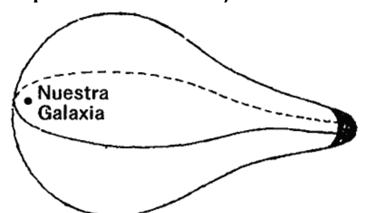


Imagen virtual de una estrella antípoda.

Una explicación natural de una estrella sin masa sería decir que el espacio es hiperesférico, y que la estrella sin masa es la imagen virtual de una estrella real que se encuentra en el extremo opuesto del Universo. Por desgracia, aun en el caso de que el espacio fuera realmente una hiperesfera, no nos sería posible observar tal tipo de «falsas estrellas». El problema es que el espacio presenta irregularidades de escala intermedia que impedirían el enfoque perfecto de los rayos de luz de la estrella en el punto más alejado de ella. Otra dificultad es que el espacio contiene nubes de polvo aquí y allí, polvo que absorbería la mayor parte de la luz de la estrella mucho antes de que la luz recorriera la mitad del camino alrededor del Universo. Si no fuera por estos dos problemas, podríamos esperar, en general, encontrar una imagen virtual de cualquier estrella observada en un punto diametralmente opuesto en el cielo, por supuesto a condición de que el espacio fuera realmente hiperesférico.

← Volver

Respuesta al acertijo 7.3

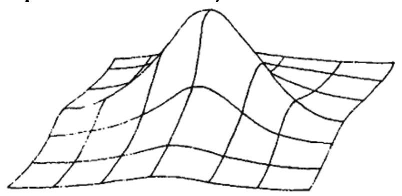


Universo finito con masa «central».

Sería como una bombilla eléctrica, o como un barquillo cónico de helado: una bola con un gran abultamiento. Es concebible que nuestro espacio tenga realmente una estructura asimétrica así. Si estuviéramos en el lado opuesto de la superestrella que produce el abultamiento, no podríamos verla directamente. El polvo del espacio y las protuberancias intermedias del mismo disiparían la imagen del monstruo. Este tipo de modelo de nuestro espacio se discute en el libro de Paul Davies, *The Edge of Infinity (La frontera del infinito);* libro publicado en la Biblioteca Científica Salvat.

← Volver

Respuesta al acertijo 7.4

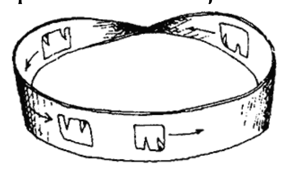


Un espacio curvo con distancias naturales.

Obtendríamos algo como esto: una superficie cuadrada con un pico en el centro. La primera y la segunda figuras son dos modos diferentes de representar el mismo hecho: hay más espacio hacia el centro de esta superficie que lo que uno se hubiera imaginado.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 7.5

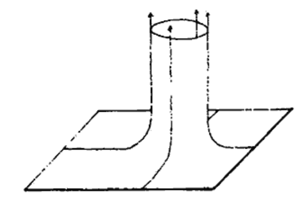


El Cuadrado va alrededor de la banda de Moebius.

¡Se transforma en su imagen en el espejo!

← *Volver*

Respuesta al acertijo 7.6

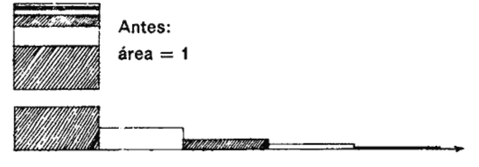


Un agujero en el espacio a una distancia infinita.

El espacio cerca del agujero se estira infinitamente y forma una «chimenea». Ningún planilandio podrá alcanzar nunca la terminación de la chimenea, y ningún planilandio podrá caerse en el agujero.

← Volver

Respuesta al acertijo 7.7



Un área finita con una longitud infinita.

La idea es utilizar un procedimiento sinfín de dividir por la mitad para cortar el cuadrado en un número infinito de trozos: un trozo de la mitad de la altura, uno de la cuarta parte, 1/8. 1/16, y así sucesivamente. ¡Zenón ataca de nuevo! Si alineamos las superficies obtenidas, lograremos algo que es infinitamente largo pero que tendrá como área la unidad.

← Volver

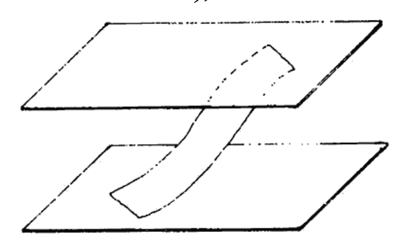
Respuesta al acertijo 8.1

Las dos hojas de espacio pueden llegar a romperse. Si la rotura fuese brusca, podría dañar al globilandio en cuestión.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 8.2

Éste es el tipo de conexión representado en la figura 112, aunque los agujeros en el espacio pueden eliminarse. La imagen es la de una tira de espacio que une dos espacios distintos. Por supuesto, la tira puede ser muy corta si se pandean los espacios para que se unan en la superficie del espejo. (Recuerde que, así como en nuestro espacio un espejo es una porción de plano, en Planilandia es un trozo de línea.) Este tipo de enlace entre espacios es exactamente lo que Lewis Carroll plantea en *Through the Looking Glass (A través del espejo).* Marcel Duchamp también estaba obsesionado por la idea de espejos como puertas que conducen a universos alternativos. Le asombró el hecho de que un punto que se aproxima a un espejo, en principio, puede elegir entre dos alternativas: abrirse, pasar por él y continuar en el espacio normal, o salir de nuestro espacio y penetrar en el espacio alternativo que vemos dentro del espejo. Por tanto, para Duchamp, un espejo representaba una especie de desviadero ferroviario en el que uno elige entre dos espacios: el real y el del espejo. Véase, Linda Dalrymple Henderson, *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modem Art (La cuarta dimensión* y *la geometría no-euclidiana en el arte moderno),* 1983.



Una conexión entre dos mundos.

Un modo muy sugestivo de acentuar la ilusión de que un espejo es una puerta hacia otro mundo es coger una linterna y ponerse frente a un espejo en una habitación oscura. Las leyes de la óptica son tales que si diriges la luz hacia el espejo, parece como si el haz de luz de la linterna pasara a través del espejo e iluminara una habitación oscura situada al otro lado del espejo.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 8.3

Instalar un puente de Einstein-Rosen en el sótano, y obtener así un túnel hiperespacial que lleve a un espacio infinito y vacío donde sólo habría el plano sinfín de Planilandia.

← Volver

Respuesta al acertijo 9.1

Coja un pequeño globo esférico, ínflelo y luego deje escapar el aire. Todo el rastro espaciotemporal de la superficie y del interior del globo es una hiperesfera sólida. El rastro de la superficie sola es la hipersuperficie de la hiperesfera.

La velocidad con que se infle y se desinfle el globo depende del tipo de factor de conversión que se adopte entre espacio y tiempo. En la teoría de la relatividad, la velocidad de la luz se usa como factor de conversión; es decir, un «metro de tiempo» se considera que es el tiempo que tarda un rayo de luz en viajar un metro: alrededor de tres diezmillonésimas de segundo.

La construcción de un hipercubo en el espacio-tiempo 4-D es aún más simple. Como dice el profesor Tom Banchoff de la Brown University: «Un hipercubo en el espacio-tiempo, es simplemente *un cubo... durante un tiempo*.»

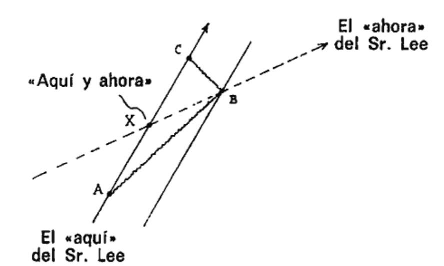
← Volver

Respuesta al acertijo 9.2

El punto de vista del mundo con un «futuro que se derrite» corresponde a la idea de que los acontecimientos futuros existen, almacenados y esperándonos. Un «ahora» uniforme avanza con el paso del tiempo y un instante tras otro se consume permanentemente. En este punto de vista, los acontecimientos pasados no existen. No es raro que la gente piense así sobre sus vidas. En este caso, la vida se convierte en un recurso escaso que se consume, y cuando algo termina no importa en absoluto. Este es, posiblemente, el modo menos gratificante de reflexionar sobre el espacio-tiempo, como puede comprobarse si se medita acerca del tipo de filosofías personales inherentes en las otras tres perspectivas del mundo que se muestran en la figura 146. Cuando nos desconectamos de nuestro pasado, nos situamos en una posición desarraigada y vulnerable en extremo. Pero si desechamos el pasado, podríamos también desechar del mismo modo el futuro y quedar totalmente dentro del «ahora».

← Volver

Respuesta al acertijo 9.3



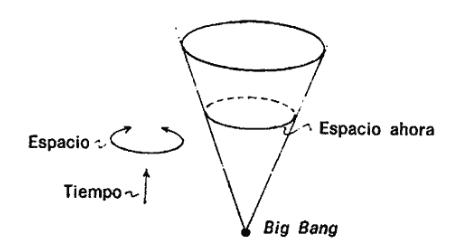
Una línea del tiempo inclinada produce una línea del espacio inclinada.

El señor Lee pondrá *X* en el punto medio entre *A* y *C*. La razón de ello es que el señor Lee supondrá que la luz tardará en regresar desde el otro extremo de la plataforma el mismo tiempo que tardó en llegar allí desde su extremo. Es natural que piense así, en vista de las suposiciones básicas 1) y 2) que expusimos en el acertijo. Nosotros, por supuesto, creemos que la luz tardará más en ir de *A* a *B* que en ir de *B* a *C*... Pero, ¡el señor Lee dirá que creemos esto sólo porque nos movemos a la mitad de la velocidad de la luz!

Si trazamos una línea de puntos que una *B* con el acontecimiento *X* (que el señor Lee dice que es simultáneo con *B*), obtendremos una de las *líneas de simultaneidad* de Lee. Esta línea corresponde al eje del espacio en un diagrama de Minkowski que Lee puede dibujar; otro modo de explicarlo es decir que en *X*, esta línea representará la concepción de «ahora» de Lee, del mismo modo que la línea de su mundo representa su concepto de «aquí». Es posible probar que en tal diagrama, la línea de simultaneidad del observador se inclinará siempre en el mismo ángulo en que se inclina su línea del mundo.

← Volver

Respuesta al acertijo 9.4



Un espacio finito y en expansión.

El dibujo sería una especie de espacio-tiempo «cónico», como se muestra aquí. El punto de partida se conoce como la «singularidad inicial» o como el *Big Bang* («la Gran explosión»). En la actualidad no sabemos si nuestro espacio volverá a contraerse al final hasta adquirir de nuevo el tamaño de un punto, o no. Aparentemente, depende de la cantidad de masa que haya en nuestro Universo: si hay suficiente masa, las fuerzas gravitacionales harán que las cosas vuelvan a unirse.

← Volver

Respuesta al acertijo 10.1

Para entrar en la habitación cerrada, viaje muy, muy hacia el futuro hasta que llegue a un tiempo en el que las paredes de la habitación se hayan desmoronado. Entre en el espacio que ocupaba la habitación y entonces viaje hacia atrás en el tiempo. Observe que esto es exactamente igual que desplazarse *ana*, después desplazarse a través del sitio donde hubiera estado la pared y entonces regresar *kata* al espacio de la habitación.

Extraer la comida del estómago de una persona es un poco más dificultoso, ya que no puede usted introducirse en el estómago en cuestión. Supongamos que se trata del estómago de su tío Embry, que ha ido a dormitar la siesta después de la comida de Navidad. Lo que hay que hacer es ir un poco más adelante en el tiempo ese mismo día por la tarde, cuando él ya se haya levantado. Coja una cuchara y colóquela precisamente en el lugar en que estaba su estómago. Luego envíe la cuchara atrás en el tiempo, hasta el momento en que él estaba allí, y entonces tráigala de nuevo a la cama vacía. Repita esta operación varias veces y así podrá sacar toda la comida masticada del estómago de tío Embry. Escóndala bajo la almohada y su tío tendrá una linda sorpresa por la noche.

← Volver

Respuesta al acertijo 10.2

Si suponemos que la máquina del tiempo retrocede directamente en el tiempo, entonces «justo aquí la semana pasada» es donde aparece la máquina del tiempo cuando la envío una semana atrás. No se puede esperar que la Tierra esté todavía «justo aquí» una semana atrás, de modo que viajar hacia atrás en el tiempo nos puede hacer aterrizar en un espacio vacío. Los escritores de ciencia ficción suelen abordar este problema mediante el ajuste de su máquina del tiempo para que rastree la trayectoria de la Tierra en el espacio-tiempo.

Es interesante darse cuenta que aun sin las paradojas, las máquinas del tiempo ya están regidas por la suposición básica de relatividad de que no existe la inmovilidad o el movimiento absolutos en el espacio. Por supuesto, si de alguna manera se *pudiera* construir máquinas del tiempo, podríamos agregar al principio de relatividad alguna cláusula como «excepto si se usan máquinas del tiempo». O podría ser que uno quisiera «dirigir» la máquina del tiempo a algún objeto determinado del pasado.

Obsérvese que, del mismo modo que una máquina del tiempo puede ser usada para definir «justo aquí», una máquina que transporte objetos instantáneamente puede ser usada para definir «justo ahora». Sería posible, por ejemplo, situar una serie de relojes sincronizados por todo el espacio en el mismo instante. Esto, por supuesto, también violaría la ley de la relatividad.

← Volver

Respuesta al acertijo 10.3

El argumento básico es que «instantáneo» es un concepto relativo. Con respecto a la Tierra, *B* sucede al mismo tiempo que *A*, por tanto se puede viajar instantáneamente de *A* a *B*. Con relación a la galaxia distante que se aleja de nosotros, *C* es simultáneo a *B*, así que es posible viajar instantáneamente de *B* a *C*. Combinando los dos viajes se puede ir de *A* a *C* y, de este modo, también a nuestro propio pasado.

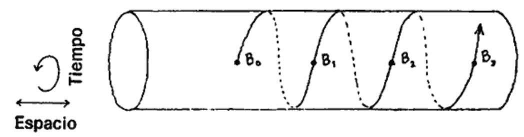
← *Volver*

Respuesta al acertijo 10.4

Se ha de equipar el cohete con un buen cerebro robótico de modo que, después de los cientos de miles de años de su largo viaje, pueda usar la máquina del tiempo para saltar cientos de miles de años atrás en el tiempo y encontrar la Tierra. Una vez la encuentra, hace un pequeño salto en el tiempo al día exacto (el día del lanzamiento) y aterriza.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 10.5



¿Uno *se hace* infinito?

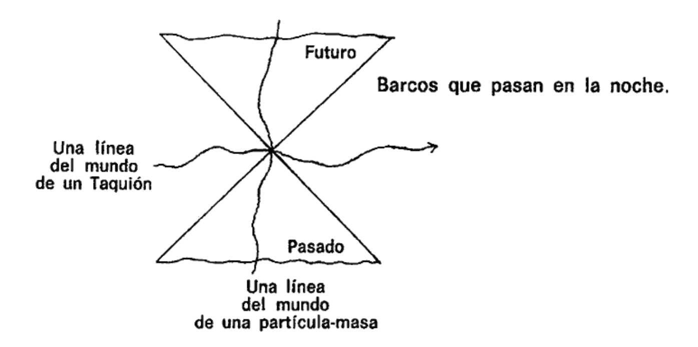
La idea de un radiofaro que dure todo el tiempo acarrea dificultades. Si es arrastrado lejos de la Tierra para no regresar nunca, habría, al parecer, infinitos de ellos por ahí como consecuencia de un lanzamiento. Esto parece no tener sentido. La situación es particularmente imperfecta si suponemos que B_1 envía una señal que puede inhibir el lanzamiento de B_0. ¡Se produce una paradoja del tipo si-y-no!

Es preciso pensarlo un poco más. Consideremos las partículas individuales que forman el radiofaro. Si el Universo de verdad se repite a sí mismo, cada partícula volverá (al final de cada ciclo) a su posición inicial. Las líneas del mundo de las partículas son, de este modo, como bandas elásticas que se enroscan alrededor del cilindro del espacio-tiempo.

Ahora bien, supongamos que estamos en ese universo del tiempo circular y hemos construido un radiofaro de duración indefinida. El radiofaro tendrá la forma de una gran maraña de «bandas» que dan vueltas alrededor del espacio-tiempo. Ahora bien, dado que ensamblamos el radiofaro (o sea, que no lo *hallamos*), todas las partículas que lo constituyen acabarán en la Tierra: como metales, como fragmentos de vidrio, etc. Por lo tanto, podemos concluir, lógicamente, que en un universo de tiempo circular, cualquier nave que se construya y se lance al espacio deberá finalmente estrellarse contra la Tierra... ¡de modo que sus partículas pueden ensamblarse de nuevo para formar la nave para ser lanzada nuevamente! En otras palabras, *es imposible construir un objeto verdaderamente indestructible si el tiempo es circular.* Todo lo que construyamos se desintegrará con el tiempo y, por tanto, podrá rehacerse «otra vez».

← *Volver*

Respuesta al acertijo 10.6



Aquí tenemos una paradoja del tipo *sí-y-no*. Marco «1» a las 11:00 si, y sólo si, no recibo una llamada a las 10:00, pero sólo recibiré una llamada a las 10:00 sí, y sólo sí, he marcado «1» a las 11:00. En otras palabras, recibiré una llamada a las 10:00 si, y sólo si, no he recibido una llamada a las 10:00. Esta particular paradoja fue planteada por primera vez en un trabajo de G. Benford, D. Book y W. Newcomb, titulado *The Tachyonic Antitelephone (El antiteléfono taquiónico),* de 1970. A propósito, Gregory Benford es un escritor de ciencia ficción y también un físico. Los «taquiones» a que se refiere en su trabajo son partículas hipotéticas que, a diferencia de las partículas masivas ordinarias, *siempre* van más rápido que la luz. El trabajo de Benford arguye que, ya que los taquiones pueden ser usados para enviar mensajes al propio pasado, tiene que ser hasta, en principio, imposible detectarlos. Por tanto, si los taquiones son reales, llenan un universo fantasmal imposible de detectar, cuya dirección del tiempo es, en cierto sentido, perpendicular a nuestra propia dirección del tiempo.

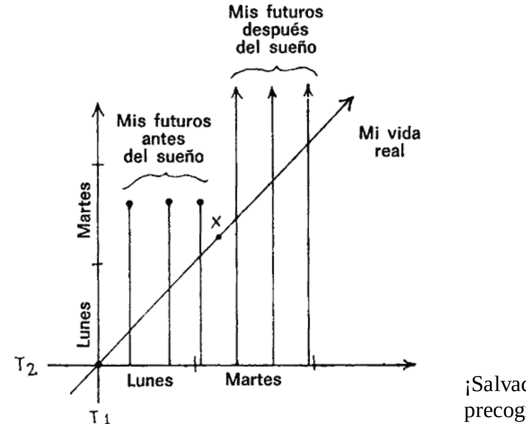
← Volver

Respuesta al acertijo 11.1

No. Probablemente, hay algunas secciones de la vida que no comprenden ningún tipo de pensamientos sobre las demás secciones. En *Una nueva refutación del tiempo*, Borges argumenta que cualquier estado mental que se reitera en la vida *es en realidad el mismo acontecimiento.*

← *Volver*

Respuesta al acertijo 11.2



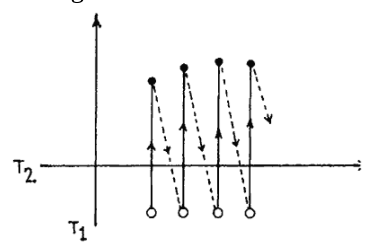
¡Salvado por precognición!

La idea de Dunne es que en todo momento tenemos un futuro establecido a lo largo de un eje de tiempo familiar llamado T_1; pero a medida que transcurre una segunda y superior clase de tiempo, T_2, nuestro futuro cambia. Nuestro verdadero movimiento temporal es una combinación del movimiento T_1, que podríamos considerar que *se mueve hacia el futuro,* y el movimiento T_2, que podríamos decir que *se mueve hacia mundos alternativos.* Cuando veo algo desagradable en perspectiva en el futuro T_1 de este lunes, puedo moverme en la dirección T_2 hacia un espacio-tiempo alternativo con un futuro T_1 diferente.

Dunne tiende a pensar en términos de regresiones infinitas. Su idea del tiempo conduce a una regresión, puesto que si la mente que sueña puede ver en el futuro T_1, no es irrazonable suponer que también puede ver en el futuro T_2. Y si se puede ver el futuro T_2, puede cambiarse, lo que significa que en realidad avanzamos por, digamos, el tiempo T_3 hacia un plano T_1-T_2 completamente distinto. Y, por supuesto, no hay por qué detenerse en T_3: la regresión puede continuar por siempre.

La razón de que Dunne quisiera adoptar un sistema tan demencial es porque se sentía insatisfecho por la incapacidad de un simple diagrama de Minkowski para representar nuestra

sensación de que el *tiempo realmente transcurre.* Como ya se ha discutido en el capítulo 11, cualquier intento de «animar» un diagrama de Minkowski, imaginando un «foco de conciencia» que se desplaza a lo largo de nuestra línea del mundo, lleva a una regresión de las características de la de Dunne.



«¡Lo seguirás haciendo hasta que lo hagas bien!»

En su relato de 1885, *An Unfinished Communication (Una comunicación incompleta),* Charles Howard Hinton describe un tipo de tiempo de dos dimensiones algo distinto. El concepto de Hinton es que la vida se repite una y otra vez, pero con pequeños cambios en cada ocasión. Después de «hacer» nuestra vida un número suficiente de veces, acabaremos por hacerla correctamente.

← *Volver*

Respuesta al acertijo 11.3

No, es simplemente otro ejemplo de una región del espacio *fáctico* que tiene una posición imprecisa con respecto a un eje (mi opinión), pero una posición precisa con respecto a otro eje (la opinión de la otra persona). Si estoy lo suficiente próximo a una persona para ser en cierto sentido parte de ella, mi opinión de esta persona cambiará a medida que ella cambia. Pero si estoy separado por un tiempo y después volvemos a reunimos, los numerosos estados posibles de la otra persona parecerán concentrarse en uno o dos hechos determinados. En la mecánica cuántica este cambio brusco se llama «colapso de la función de onda». Vale la pena señalar que, en ciertos estados relajados, nos expandimos en el espacio fáctico, aun con respecto a nuestros propios ejes. Es decir, si no nos preguntamos si somos felices en este momento, no hay una respuesta definida a ese interrogante en este instante. Nítida o borrosa, la realidad es simplemente lo que parece ser.

← Volver

BIBLIOGRAFÍA (de la edición en inglés)

Abbott, Edwin Abbott. *Flatland: A Romance of Many Dimensions.* 1884. Reprint. New York: Barnes & Noble, 1983.

Borges, Jorge Luis. "A New Refutation of Time." In *Labyrinths: Selected Stories and Other Writings.*New York: New Directions, 1962.

———. *Borges: A Reader.* New York: E. P. Dutton, 1981.

Bork, Alfred. "The Fourth Dimension in Nineteenth-Century Physics." *Isis* 181 (1964).

Bragdon, Claude. *More Lives Than One.* 1938. Reprint. New York: Alfred Knopf, 1971.

———. *A Primer of Higher Space.* 1913. Reprint. Tucson: Omen Press, 1972.

Breuer, Miles J. "The Appendix and the Spectacles." 1928. Re-printed in *The Mathematical Magpie,*edited by Clifton Fadiman. New York: Simon & Schuster, 1962.

Burger, Dionys. *Sphereland.* New York: Apollo Editions, 1965.

Calder-Marshall, Arthur. *The Sage of Sex: A Life of Havelock Ellis*. New York: G. P. Putnam's Sons, 1959.

Campbell, Lewis, and William Garnett. *The Life of James Clerk Maxwell*. London: Macmillan, 1884.

Carroll, Lewis. *Through the Looking-Glass.* 1872. Reprint. New York: Random House, 1946.

Castaneda, Carlos. *A Separate Reality*. New York: Simon & Schuster, 1971.

Clifford, W. K. *Mathematical Papers*. London: Macmillan, 1882.

Conklin, Groff, ed. *Science Fiction Adventures in Dimension.* New York: Vanguard Press, 1953.

Davis, Andrew Jackson. *The Magic Staff.* New York: 1876.

Dewdney, A. K. *Two Dimensional Science and Technology*. Ontario: [No imprint,] 1980.

———. *The Planiverse.* New York: Poseidon Press, 1984.

Dolbear, A. E. *Matter, Ether and Motion.* Boston: Lee & Shepard, 1892.

Dunne, J. W. *An Experiment with Time.* 1927. Reprint. London: Faber & Faber, 1960.

Durrell, Fletcher. "The Fourth Dimension: An Efficiency Picture." In *Mathematical Adventures,* by Fletcher Durrell. Boston: Bruce Humphries, 1938.

Eddington, Arthur. *Space, Time and Gravitation.* 1920. Reprint. New York: Harper & Row, 1959.

Edwards, Paul. "Panpsychism." In *The Encyclopedia of Philosophy*. New York: Macmillan, 1967.

Einstein, Albert. "Ether and Relativity." In *Sidelights on Relativity,* by Albert Einstein. New York: E. P. Dutton, 1920.

Ernst, Bruno. *The Magic Mirror of M. C. Escher*. New York: Random House, 1976.

Faser, J. T., F. C. Haber, and G. H. Muller, eds. *The Study of Time.* Berlin: Springer-Verlag, 1972.

Gardner, Martin. *Relativity for the Million.* New York: Macmillan, 1962.

———. *The Ambidextrous Universe.* New York: Basic Books, 1964.

———. "The Church of the Fourth Dimension." In *The Unexpected Hanging,* by Martin Gardner. New York: Simon & Schuster, 1969.

———. "The Hypercube." In *Mathematical Carnival,* by Martin Gardner. New York: Alfred A. Knopf, 1975.

———. "Parapsychology and Quantum Mechanics." In *Science and the Paranormal,* by G. Abell and B. Singer. New York: Charles Scribner's Sons, 1981.

Gillespie, Daniel. *A Quantum Mechanics Primer.* New York: John Wiley, 1970.

Gödel, Kurt. "A Remark on the Relationship Between Relativity Theory and Idealistic Philosophy." In*Albert Einstein: Philosopher Scientist,* edited by Paul Schilpp. New York: Harper &. Row, 1959.

Golas, Thaddeus. *The Lazy Man's Guide to Enlightenment*. Palo Alto: The Seed Center, 1972.

Gribben, John. *Timewarps*. New York: Dell, 1979.

Gustaffson, Lars. *The Death of a Beekeeper*. New York: New Directions, 1978.

Greenberg, Marvin. *Euclidean and Non-Euclidean Geometrics.* San Francisco: W. H. Freeman, 1974.

Hawking, S., and G. Ellis. *The Large Scale Structure of Space-Time. Cambridge: Cambridge University Press, 1973.*

Heinlein, Robert. "And He Built a Crooked House." 1940. Reprinted in *Fantasia Mathematica,* edited by Clifton Fadiman. New York: Simon & Schuster, 1958.
———. *Starman Jones*. 1953. Reprint. New York: Ballantine Books, 1978.

Henderson, Linda Dalrymple. *The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art.*Princeton: Princeton University Press, 1983.

Hilbert, D., and S. Cohn-Vossen. *Geometry and the Imagination*. 1938. Reprint. New York: Chelsea, 1952.

Hinton, Charles Howard. *Selected Writings of C. H. Hinton,* edited by R. Rucker. New York: Dover, 1980.

Houdini, Harry. *A Magician Among the Spirits.* New York: Harper, 1924.

Huxley, Aldous. *The Perennial Philosophy*. New York: Harper & Row, 1944.

I Ching. Princeton: Princeton University Press Bollingen Series, 1950.

Jung, C. G. *Synchronicity*. Princeton: Princeton University Press Bollingen Series, 1973.

Kant, Immanuel. *Kant's Inaugural Dissertation and Early Writings on Space*. Chicago: Open Court, 1929.

Kaufmann, William J. *Relativity and Cosmology.* New York: Harper & Row, 1973.

Lewis, C. S. *The Lion, the Witch and the Wardrobe.* 1960. Reprint. New York: Collier Books, 1978.

Mach, Ernst. *The Science of Mechanics*. Chicago: Open Court, 1893.

Manen, Johan von. *Some Occult Experiences.* Chicago: Theosophical Publishing House, 1913.

Manning, Henry. *Geometry of Four Dimensions*. 1914. Reprint. New York: Dover, 1956.

Maxwell, James Clerk. *The Scientific Papers of James Clerk Maxwell*. 1980. Reprint. New York: Dover, 1963.

Minkowski, Hermann. "Space and Time." 1908. Reprinted in *The Principle of Relativity*, edited by A. Sommerfeld. New York: Dover, 1952.

Misner, C, K. Thorne, and J. Wheeler. *Gravitation.* San Francisco: W. H. Freeman, 1973.

Nabokov, Vladimir. *Look at the Harlequins.* New York: McGrawHill, 1974.

Neumann, John von. *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics.* Princeton: Princeton University Press, 1955.

Nicholls, Peter, ed. *The Science Fiction Encyclopedia.* Garden City, N.Y.: Doubleday, 1979.

Ouspensky, P. D. *Tertium Organum.* 1912. Reprint. New York: Random House, 1970.
———. "The Fourth Dimension." In *A New Model of the Universe.* 1931. Reprint. New York: Random House, 1971.

Pagels, Heinz. *The Cosmic Code.* New York: Simon & Schuster, 1982.

Pearson, Karl. *The Grammar of Science.* London: Walter Scott, 1892.

Peebles, P. J. E. *Physical Cosmology*. Princeton: Princeton University Press, 1971.

Plato. "The Republic." In *The Dialogues of Plato,* translated by B. Jowett. New York: Random House, 1937.

Reichenbach, Hans. *The Philosophy of Space and Time.* 1927. Reprint. New York: Dover, 1958.

Rucker, Rudy. *Geometry, Relativity and the Fourth Dimension.* New York: Dover, 1977.
———. *Spacetime Donuts.* New York: Ace, 1981.
———. *Infinity and the Mind.* Boston: Birkhauser, 1982.

———. *The Fifty-Seventh Franz Kafka.* New York: Ace, 1983.
———. *The Sex Sphere.* New York: Ace, 1983.

Schoefield, A. T. *Another World; or, The Fourth Dimension.* London: Swann Sonnenschein, 1888.

Schubert, Hermann. "The Fourth Dimension." In *Mathematical Essays and Recreations,* by Hermann Schubert. Chicago: Open Court, 1898.

Stewart, Balfour, and Peter Guthrie Tait. *The Unseen Universe.* London: Macmillan, 1875.

Swenson, Loyd. *The Ethereal Aether*. Austin: University of Texas Press, 1972.

Taylor, Edwin, and John Wheeler. *Spacetime Physics.* San Francisco: W. H. Freeman, 1963.

Thorne, Kip. "The Search for Black Holes." In *Cosmology + 1,* edited by D. Gingerich. San Francisco: W. H. Freeman, 1977.

Wells, H. G. "The Time Machine." 1895. Reprinted in *Seven Science Fiction Novels of H. G. Wells.* New York: Dover, 1955.

Wheeler, John. "Frontiers of Time." In *Problems in the Foundations of Physics,* edited by N. di Franca and B. van Fraassen. Amsterdam: North-Holland, 1980.

Willink, Arthur. *The World of the Unseen; An Essay on the Rela-tion of Higher Space to Things Eternal.* New York: Macmillan, 1893.

Wolf, Fred. *Taking the Quantum Leap.* San Francisco: Harper & Row, 1981.

Wolfe, Tom. *The Electric Kool-Aid Acid Test.* 1968. Reprint. New York: Bantam, 1969.

Zöllner, J. C. F. *Transcendental Physics.* Boston: Beacon of Light Publishing, 1901.



"La cuarta dimensión despertará gran interés en quienes escriben sobre ciencia ficción o gusten leer obras con esta temática, pero también resultará informativo y apasionante para aquellos que sientan un mínimo de curiosidad por las matemáticas y tengan imaginación." (Martin Gardner)
La cuarta dimensión forma parte integrante de muchas teorías científicas respetables, y también se utiliza en campos tan controvertidos como el espiritismo y la ciencia ficción. La cuarta dimensión es una dirección diferente de todas las direcciones existentes en el espacio normal. No es algo que pueda señalarse a pesar de que nos rodea.
En este libro, por primera vez, se ha recogido todo lo que se ha pensado, analizado, visto y sabido de las realidades superiores. Para quienes han creído siempre que debe de haber algo más allá en la vida y el Universo de lo que vemos con nuestros ojos, *La cuarta dimensión* será la confirmación esperada de este convencimiento.

Rudy Rucker es matemático y autor de novelas y libros como *El infinito y la mente*, así como de libros de ficción. En este campo se le otorgó el premio Philip K. Dick.